

Jacqueline TEXIER

Externe des Hôpitaux

N° 27

CORRELATIONS ENTRE ELECTROCARDIOGRAPHIE D'EFFORT ET CORONAROGRAPHIE

à propos de 40 observations

THÈSE

pour le Doctorat en Médecine

26 Juin 1972

Président du Jury : Monsieur le Professeur P. BERNASCONI

Juges : Monsieur le Professeur P. HARICHAUX

Monsieur le Professeur J. Ph. LESBRE

Monsieur le Professeur B. DURON



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41551524_0009

Jacqueline TEXIER
Externe des Hopitaux

T H E S E
pour le Doctorat en Médecine
26 Juin 1972

CORRELATIONS ENTRE ELECTROCARDIOGRAPHIE D' EFFORT ET CORONAROGRAPHIE

à propos de 40 observations

Président du Jury : Monsieur le Professeur P. BERNASCONI
Juges : Monsieur le Professeur P. HARICHAUX
Monsieur le Professeur J. Ph. LESBRE
Monsieur le Professeur B. D U R O N

ET CORONAROGRAPHIE
D'EFFORT
ELECTROCARDIOGRAPHIE
CORRELATIONS ENTRE



A mon Mari,

A Cécile,

A Etienne.

A ma mère,

A mon père

En témoignage de ma reconnaissance

A toute ma famille.

A mes Amis.

Monsieur le Professeur BERNASCONI

Professeur Titulaire de Pathologie Interne

Médecin des Hôpitaux

Chef de Service

Croix de guerre : 1939 - 1945

Chevalier des Palmes Académiques

Nous avons pu bénéficier de la
clarté de votre enseignement.

Vous nous faites l'honneur de
bien vouloir accepter de juger
ce travail.

Veuillez trouver ici l'expression
de notre gratitude et de notre
profond respect.

A Monsieur le Professeur HARICHAUX

Professeur Titulaire de la Chaire de Physiologie

Biologiste des Hôpitaux

Chef de Service

Chevalier des Palmes Académiques

Le sujet de cette thèse nous a
été inspiré dans votre service
d' Explorations Fonctionnelles.

Que ce modeste travail soit le
témoignage de notre reconnaissance
pour ce que nous avons appris
au cours des 18 mois passés dans
votre service.

A Monsieur le Professeur LESBRE
Maître de Conférence
Agrégé de Médecine Générale
Médecin des Hôpitaux

Vous nous avez guidée tout au
long de l'élaboration de ce
travail avec beaucoup de bien-
veillance.
Veuillez trouver ici l'expression
de notre reconnaissance et de
notre respect.

A Monsieur le Professeur DURON

Agrégé de Physiologie

Maître de Conférence

Biologiste des Hôpitaux

Nous regrettons de n'avoir pu
travailler plus longtemps avec
vous.

C'est une grande joie de vous
compter parmi les membres de
notre jury.

**CORRELATIONS ENTRE
ELECTROCARDIOGRAPHIE
D' EFFORT
ET CORONAROGRAPHIE**

I N T R O D U C T I O N

P R E M I E R E P A R T I E :

Etude personnelle.

M E T H O D O L O G I E

R E S U L T A T S

C O R R E L A T I O N S

D E U X I E M E P A R T I E :

Commentaires.

C O N C L U S I O N S

INTRODUCTION

Dyspnée d'effort, angor d'effort, syncope d'effort : nombre de cardiopathies débutent cliniquement par une symptomatologie d'effort. Ces manifestations traduisent en effet l'incapacité du coeur à s'adapter aux besoins métaboliques accrus lors d'une activité physique alors qu'elles sont absentes au repos.

Il était dès lors logique de penser que certaines épreuves paracliniques sans manifestations pathologiques au repos pouvaient de la même manière se révéler anormales dans les conditions hémodynamiques de l'effort. Le raisonnement fut fait à propos de l'E.C.G. ainsi est née l' *électrocardiographie d'effort*.

Déjà EINTHOVEN en 1908, rechercha l'effet d'un exercice physique sur l'E.C.G., MARTINET en 1916, LIAN en 1919 puis WOOD en 1931, GOLDHAMMER et SCHERF en 1932 préconisèrent le test de l'effort pour le dépistage précoce de l'insuffisance coronarienne. Le "step-test" de MASTER cofifié par des tables précises en répandit l'usage. TAYLOR et ROWELL, VAN-LINGEN en soulignèrent les limites malgré les modifications apportées par SIMONSON, SHEEFIELD et REEVES ; ce "step-test" a fait céder la place à l'ergocyclomètre grâce aux travaux des auteurs scandinaves : SJOJTRAND en 1950, ASTRAND en 1963, BENGTSSON en 1956-1957 qui offrent la possibilité d'exécuter un effort mesurable et surveillé électriquement soit directement (BRUCE - MASON) ou par télétransmission (PARKER et coll., MAC INNIS IZRAJLIT...) fournissant ainsi des documents plus complets et plus fidèles.

Actuellement, l'E.C.G. présente un triple intérêt diagnostique, pronostique et thérapeutique.

Pronostique : car il permet dans certaines limites d'apprécier la sévérité de la maladie coronarienne.

Thérapeutique : pour la réadaptation des coronariens et à un degré moindre des valvulaires (MESSIN, BROUSTET et BRICAUD), et pour juger de l'efficacité d'un traitement médical ou chirurgical.

Mais surtout *diagnostique* dans le dépistage des insuffisances coronariennes à expression atypique ou à un stade infraclinique. C'est dans ce but diagnostique que l'E.C.G. a trouvé son indication la plus ancienne et la plus fructueuse. Il est en effet bien connu que ces affections dans un pourcentage assez important (30 % environ : LENEGRÉ et BLONDEAU) même dans leur expression clinique typique ne modifient que transitoirement (au moment des crises douloureuses) l'E.C.G.. Il était donc logique de rechercher des signes électrocardiographiques significatifs d'insuffisance coronarienne dans le cas où l'E.C.G. de repos reste normal ou douteux chez un sujet suspect et à fortiori dans le cas de douleurs atypiques.

C'est dans cet esprit que nous nous sommes proposés de confronter les modifications électrocardiographiques survenues à l'effort et les données coronarographiques.

Ce travail a été réalisé dans le Laboratoire d'Explorations Fonctionnelles de notre Maître, le Professeur HARICHAUX, à partir de malades hospitalisés dans le Service de Cardiologie du Professeur BERNASCONI.

Dans cette étude, nous avons cherché à dégager la valeur diagnostique de l'E.C.G. d'effort, sa sensibilité, sa spécificité en prenant la coronarographie comme étalon de référence et en confrontant nos résultats aux travaux analogues, que nous avons relevés dans la littérature (LIFOFF, Mac ALPIN, MASON, DEMANY, KASSEBAUM, Mac CONAHAY) et à le situer dans l'ensemble des méthodes diagnostiques de l'insuffisance coronarienne.

PREMIERE PARTIE
ETUDE PERSONNELLE

P R E M I E R E P A R T I E :

ETUDE PERSONNELLE.

M E T H O D O L O G I E :

A) . ELECTROCARDIOGRAPHIE D'EFFORT :

- I - MATERIEL D'ETUDE,
- II - CONTROLE AVANT L'EFFORT,
- III - CONDITIONS DE REALISATION,
- IV - CHOIX DE LA FORME DU TRAVAIL,
- V - ENREGISTREMENT DE L'E.C.G..
DERIVATIONS.
- VI - ELEMENTS DE SURVEILLANCE ET
CRITERES D'ARRET,
- VII - CRITERES DE POSITIVITE,
- VIII - CRITERES DOUTEUX.

B) - CORONAROGRAPHIE :

- I - TECHNIQUE
- II - INTERPRETATION DES RESULTATS.

R E S U L T A T S :

- I - DONNEES ETIOLOGIQUES,
- II - DONNEES DES EPREUVES REALISEES,
- III - RESULTAT DES E.C.G. D'EFFORT,
- IV - CORONAROGRAPHIE,
- V - MESURE DE LA PRESSION TELEDIASTOLIQUE VENTRICULAIRE GAUCHE ET ANGIOGRAPHIE GAUCHE.

C O R R E L A T I O N S :

- A) ETUDES DES CORRELATIONS DE L'E.C.G. D'EFFORT ET DE LA CORONAROGRAPHIE.
- B) CORRELATIONS ENTRE L'E.C.G. D'EFFORT ET LA MESURE DE LA PRESSION TELEDIASTOLIQUE DANS LE VENTRICULE GAUCHE ET L'ANGIOGRAPHIE DU VENTRICULE GAUCHE.
- C) CORRELATIONS AVEC LA CLINIQUE.
- D) CORRELATIONS AVEC LES FACTEURS DE RISQUES.
- E) SYNTHESE DES CORRELATIONS.

M E T H O D O L O G I E

A) - ELECTROCARDIOGRAPHIE D'EFFORT :

I - MATERIEL D'ETUDE :

Le travail a été mené à partir de 40 malades chez lesquels ont été rencontré un des troubles suivants :

- angor typique avec ou sans modification de l'E.C.G. de repos,
- douleur thoracique atypique dont l'étiologie coronarienne ne pouvait être affirmée ni sur les caractères de la douleur ni sur l'E.C.G.,
- modification de l'E.C.G. de repos : image électrique anormale en dehors de toute manifestation clinique typique ou atypique d'insuffisance coronarienne,
- troubles du rythme isolés chez un sujet jeune : crise de tachycardie ventriculaire arythmie complète primitive, extra-systoles ventriculaires multiples et polymorphes.

Ces épreuves ont été réalisées en dehors :

- d'une insuffisance cardiaque avérée,
- d'un angor de repos ou syndrome prémonitoire d'infarctus,
- d'un infarctus récent de moins de 2 mois,
- d'une sténose aortique,
- d'une hypertension artérielle sévère,
- d'un bloc auriculo-ventriculaire 2ème et 3ème degré,
- d'une tachycardie ventriculaire,
- d'un handicap locomoteur majeur.

II) - CONTROLE AVANT L'EFFORT :

Ces épreuves ont toujours été réalisées en dehors de tout traitement susceptible de modifier la repolarisation (DIGITALINE, QUINIDINE, BETHA BLOQUANTS, AMIODARONE, etc...) (DENOLIN), et précédées du recueil d'un E.C.G. de repos, comportant l'enregistrement des 12 dérivations standards et de la bipolaire thoracique, manubrium sternal V5.

III) - CONDITIONS DE REALISATION :

L'épreuve d'effort a été réalisée dans tous les cas au cours de la matinée environ 2 heures après le petit déjeuner.

La température environnante était située entre 18° et 25° centigrades, le sujet étant placé sur une bicyclette ergométrique de type MONARK, et il vaincre

au pédalage la résistance créée par le freinage mécanique de la roue. Rythmée par un métronome la vitesse de pédalage est constante autour de 50 révolutions du pédalier par minute. Ce freinage est calibré.

IV) - CHOIX DE LA FORME DU TRAVAIL :

L'effort réalisé est de type triangulaire. Il comporte plusieurs paliers successifs d'une durée de 5 minutes, de façon continue si la tolérance est bonne, l'intensité du premier niveau étant de 50 watts (ou de 100 watts chez des sujets jeunes et entraînés) la charge est ensuite augmentée par palier de 25 watts.

V) - ENREGISTREMENT DE L'E.C.G. - DERIVATIONS :

Les électrodes utilisées présentent en leur centre une chambre à pâte conductrice et sont collées sur la peau, après dégraissage à la liqueur d'Hoffman (éther - alcool : 1/1).

Nous avons recouru à la télétransmission par ondes courtes pour éliminer l'instabilité de la ligne de base liée à la traction des fils ; nous avons ainsi utilisé un appareil de PARKS ELECTRONIC monocanal qui nous a paru simple, robuste et fidèle.

Au cours de l'effort, il est procédé à l'enregistrement toutes les 30 secondes d'une dérivation bipolaire thoracique unique : manubrium sternal V5. Pendant une durée de 10 secondes. Cette dérivation est la plus sensible aux modifications ischémiques.

De la même manière qu'avant l'effort, un enregistrement des 12 dérivations est effectué, immédiatement après l'effort, et répété toutes les trois minutes pendant dix minutes ou jusqu'à normalisation de l'E.C.G. en cas d'épreuve positive.

VI) - ELEMENTS DE SURVEILLANCE ET CRITERES D'ARRET :

Pendant la durée de toutes nos épreuves, et au cours de celles-ci, la fréquence cardiaque est contrôlée de façon permanente, ainsi que le tracé E.C.G.

La tension artérielle n'a pas été mesurée de façon systématique de même que la ventilation pulmonaire.

Nous avons retenu les critères d'arrêt suivants :

1°) - *Signes subjectifs* :

- crise angineuse ou ses équivalents,
- dyspnée intense,
- crampes musculaires dans les membres inférieurs,
- fatigue générale,
- vertiges, impressions lipothymiques.

2°) - *Exigences technologiques :*

On veut :

- Les cellules de positivité, dont
sont faites celles,
- Les cellules cylindriques suivantes :
 - . cylindriques verticales
et elles sont multiples, pré-
cises et polymorphes,
 - . cylindriques horizontales
- Les cellules de négativité suivantes :
 - . soit de grande taille,
 - . soit multi-cylindriques,
composées de plusieurs.

En fonction de l'apparition de l'un de ces types, l'expression a été choisie pour la l'expression d'une cylindrique de même type à 0, 1 et de la cylindrique maximum cylindrique qui est définie par la formule : $P.M. = 200 - \text{type de type}$.

VII) - *EXIGENCES DE POSITIVITE :*

Il est fait référence comme à l'expression positive, que celles qui s'accompagnent d'un tracé comprenant l'une des anomalies suivantes :

- Et sont-elles, à angle droit par rapport à l'axe, soit horizontal et rigide, supérieur ou égal à 1 mm, soit obliquement descendant, en fait à convexité supérieure réalisant le "cylindrique-supérieur" des angles sautés.

- RST sus-décalé horizontalement ou convexe vers le haut, d'une valeur supérieure ou égale à 1 mm.
- Une inversion isolée de l'onde U.
- Une tachycardie ventriculaire (les autres troubles rythmiques n'ont pas été retenus), quand elle s'associe à un sous décalage caractéristique de ST.

VIII) - CRITERES DOUTEUX :

Ont été qualifiés de *douteux* les tracés qui ne comportaient :

- qu'un sous décalage horizontal de ST inférieur à 1 mm.
- qu'une inversion franche de l'onde T, d'une profondeur ou d'une hauteur supérieure ou égale à 1,5 mm.
- des troubles de conduction ; bloc de branche gauche, et bloc auriculo-ventriculaire complet ou incomplet.

Par contre nous avons considéré comme *physiologique*, une dépression de RST de type J, "jonctionnel" à la jonction de QRS et de ST. Le point J, le plus abaissé, se prolonge par un segment ST oblique ascendant rejoignant plus ou moins la ligne iso-électrique.

B) - CORONAROGRAPHIE :

I - TECHNIQUES :

Les techniques d'opacification des artères coronaires se résument à deux méthodes :

- L'aorto-coronarographie avec surpression endobronchique,
- La coronarographie sélective.

1°) - AORTO-CORONAROGRAPHIE GLOBALE :

C'est la technique de NÖRDENSTRÖM : la dilution du produit de contraste par l'éjection aortique est évitée au moyen d'une hypotension transitoire obtenue par surpression endobronchique. Le retour veineux est donc limité, le débit cardiaque diminué, la tension artérielle abaissée, ce qui favorise le remplissage coronarien.

2°) - CORONAROGRAPHIE SELECTIVE :

C'est la technique de SONES : le cathéter est introduit jusqu'au niveau des sinuïdes aortiques, la forme du cathéter permet la pénétration relativement aisée dans l'ostium de chaque coronaire.

La coronarographie sera précédée d'un cathétérisme ventriculaire gauche afin de mesurer les pressions intraventriculaires et suivie d'une angiocardigraphie gauche.

II - INTERPRETATION DES RESULTATS :

La lecture des clichés apprécie la distribution des artères coronaires, la perméabilité des troncs artériels principaux et de leurs branches, les lésions, leur siège, nombre, degré et étendue, la reperméabilisation rétrograde de l'artère obstruée.

Suivant la classification de ROSS et MASON, les degrés des lésions ont été exprimés en :

- Stade 0 : coronaires normales.
- Stade I : irrégularités pariétales, ou sténose inférieure à 50 % sans retard circulatoire.
aspect gracile.
- Stade II : sténose diminuant de plus de 50 % la lumière artérielle.
- Stade III : sténoses multiples supérieures à 50 %.
- Stade IV : oblitération complète d'un gros tronc.

L'angiographie gauche permet de rechercher des zones d'hypocinésie, d'akinésie ou d'ectasie franche et d'apprécier globalement la contractilité et la morphologie ventriculaires.

R E S U L T A T S

Nous envisagerons successivement les résultats généraux de notre étude avant d'en faire les corrélations globales et détaillées.

I) - DONNEES ETIOLOGIQUES :

Nos malades se répartissent ainsi :

1°) - SEXE :

- 2 femmes
- 38 hommes

2°) - AGE :

- de 28 à 64 ans :
 - soit : 1 entre 21 et 30 ans
 - 6 entre 31 et 40 ans
 - 17 entre 41 et 50 ans
 - 15 entre 51 et 60 ans
 - 1 après 60 ans.

3°) - FACTEURS DE RISQUE :

- | | |
|---------------------------|----------|
| - Obésité | : 8 cas |
| - Diabète | : 4 cas |
| - Hypertension artérielle | : 12 cas |
| - Tabagisme | : 16 cas |
| - Hypercholestérolémie | : 16 cas |
| - Hyperlipémie | : 9 cas |
| - Hypertriglycéridémie | : 7 cas |

4°) - LESIONS CAUSALES :

Ces investigations ont été faites en fonction des données cliniques et anamnestiques suivantes :

a) *Sujets ayant présenté un infarctus :*

au nombre de 12 :

- 9 présentaient un angor résiduel de repos et d'effort
observations n° 1, 2, 3, 5, 6, 7, 9, 14, 20.
- 3 ne présentaient pas d'angor résiduel
observations n° 4, 28, 29.

b) *Angor typique avec troubles spécifiques
de la repolarisation à l' E.C.G. de repos*

au nombre de 6 :

- 2 présentaient un angor d'effort pur
observations n° 8, 27.
- 4 présentaient un angor d'effort et de repos
observations n° 10 12, 13, 24.

c) *Angor typique sans troubles de la repolarisation à l' E.C.G. de repos*

au nombre de 6 :

- 2 présentaient un angor d'effort pur,
observations n° 16, 21.
- 2 présentaient un angor d'effort et de repos,
observations n° 11, 15

- 2 présentaient un angor de repos isolé,
observations n° 15, 22

*d) Angor atypique avec signes électriques
évoquant une insuffisance coronarienne
à l' E.C.G. de repos*

au nombre de 4 :

observations n° 17, 19, 23, 34.

On retrouvait à l'E.C.G. de repos les anomalies suivantes :

- inversion isolée de l'onde T : 2 fois,
- troubles du rythme,
- sous décallage de ST de 1 mm.

*e) Angor atypique avec E.C.G. de repos
normal*

mais souvent associé à un facteur de risque particulier :

au nombre de 4 :

observations n° 32, 33, 36, 37.

*f) Manifestations isolées de l' E.C.G. de
repos, évocatrices d'insuffisance
coronarienne*

On retrouvait à l'E.C.G. de repos :

- une fois un tracé de nécrose sous épicaudique
observation n° 30,

- une autre fois une A.C. avec hyper-déviatation axiale gauche,
observation n° 26.

g) *Cardiomyopathies* pour lesquelles il fallait éliminer une atteinte coronarienne

au nombre de 6 :

- dont 1 cardiomyopathie obstructive
observation n° 18.
- 5 cardiomyopathies non obstructives d'allure primitives
observations n° 31, 34, 38, 39, 40.

II) - DONNEES DES EPREUVES REALISEES :

1°) - L'intensité au départ était au minimum comprise entre 50 et 100 watts :

- soit : - 4 fois à 50 watts,
- 6 fois à 75 watts,
- 30 fois à 100 watts.

2°) - La puissance maximum atteinte fut de 75 à 200 watts :

- soit : - 3 fois 75 watts,
- 16 fois 100 watts,
- 21 fois entre 125 et 200 watts.

3°) - La durée de chaque palier fut régulièrement de 5 minutes.

La durée totale de l'épreuve a été :

- + inférieure à 5 minutes dans 2 cas ;
- + comprise entre 5 et 10 minutes dans 26 cas ;
- + comprise entre 11 et 15 minutes dans 3 cas ;
- + supérieure à 15 minutes dans 9 cas.

4°) - Les modifications fonctionnelles observées pendant l'épreuve ont été :

- | | |
|--|-----------|
| a) des douleurs angineuses | : 8 fois |
| b) une dyspnée | : 15 fois |
| c) une fatigue générale | : 20 fois |
| d) des crampes dans les membres inférieurs | : 25 fois |

5°) - La fréquence cardiaque atteinte fut :

- pour 10 sujets : leur fréquence maxima théorique,
- pour 23 sujets : 80 % de cette même fréquence,
- pour 7 sujets : une fréquence inférieure :
 - . dans 6 cas, l'E.C.G. montrait des critères de positivité,
 - . dans 1 cas il s'agissait d'un sujet peu coopérant.

6°) - Les anomalies enregistrées pendant l'effort :

a) troubles du rythme :

. Extrasystoles : 5 cas

. Tachycardie ventriculaire : 1 cas

b) troubles de la conduction :

. Bloc de branche droit intermittent
puis permanent : 1 cas

c) sous dénivellation du segment ST supérieure
ou égale à 1 mm : 10 cas.

d) une onde T pointue inversée : 2 cas.

e) une modification de type jonctionnelle
19 cas.

Soit au total 38 manifestations électriques
au cours de l'effort dont 10 épreuves positives.

7°) - Anomalies après l'effort :

a) Troubles du rythme :

. Extrasystoles : 4 cas

b) Troubles de conduction ;

. Bloc de branche droit permanent : 1 cas

c) Sus dénivellation de ST supérieure ou égale à 1 mm : 5 cas

- Dans 1 cas, cette image était isolée,
- Dans 4 cas, cette anomalie était une image en miroir d'un sous décallage de ST.

d) Sous dénivellation de ST supérieure ou égale à 1 mm : 16 cas.

e) Sous dénivellation de ST inférieure à 1 mm : 5 cas

Soit au total 17 manifestations électriques significatives pendant la période de récupération.

8°) - Localisations :

	: E.C.G. de repos	: E.C.G. d'effort
	: Observations	: Observations
(Postérieure et	: 1, 5, 6, 9, 10, 14	: 1, 5, 6, 9, 10,
(postéro-latérale	: :	: 14, 15.
(Antéro-latérale	: 2, 3, 4, 8, 13, 18, 19	: 2, 3, 4, 8, 13,
(	: :	: 16, 18, 19.
(Antéro-septale	: 7.	: 7.
(	: :	: :
(	: 12.	: 11, 12.
(	: :	: :
(Muet	: 11, 15, 16	: :
(	: :	: :

III) - RESULTATS DES E.C.G. D'EFFORT :

Nous avons obtenus :

- . 18 réponses positives,
- . 16 réponses négatives,
- . 6 réponses douteuses.

1°) - *Test positifs* :

Dans ces 18 tests positifs, l'accélération de la fréquence cardiaque s'est ainsi répartie :

- 5 ont atteint la fréquence maximum théorique,
- 8 ont atteint 80 % de cette fréquence,
- 5 ont atteint une fréquence inférieure à 80 %.

2°) - *Tests négatifs* :

Dans ces 16 tests négatifs, l'accélération de la fréquence cardiaque s'est ainsi répartie :

- 5 ont atteint la fréquence maxima théorique,
- 10 ont atteint 80 % de cette fréquence,
- 1 n'a pas atteint cette fréquence (absence de coopération).

3°) - Tests douteux :

Dans ces 6 tests douteux,

- 5 ont atteint 80 % de la fréquence maxima théorique,
- 1 a atteint une fréquence inférieure (bloc de branche droit).

IV) - CORONAROGRAPHIE :

1°) - La coronarographie a été globale dans 35 cas et sélective dans 5 cas.

2°) - Type de circulation : système coronaire dominant droit ou gauche ou équilibré :

Nous avons relevé : 36 circulations de type droit dominant ; c'est le mode de distribution le plus fréquent.

- . 2 circulations de type gauche,
- . 2 circulations de type équilibré.

3°) - Importance des lésions :

Celles-ci se répartissent en :

- 13 coronarographies au stade 0 (normales)
- 4 coronarographies au stade I (considérées comme non significatives)
- 7 coronarographies au stade II
- 10 coronarographies au stade III
- 6 coronarographies au stade IV

4°) - Topographie des lésions (pour les stades I à IV) :

L'atteinte était monotronculaire dans 16 cas, avec 9 atteintes de la coronaire droite, (C.D.)

4 atteintes de l'interventriculaire antérieure (I.V.A.)

2 atteintes de la circonflexe (Circ.)

et 1 atteinte du tronc de la coronaire gauche (T.C.G.)

L'atteinte était bitronculaire dans 9 cas, avec 5 atteintes de la C.D. et de l'I.V.A.,

2 atteintes de la Circ. et de l'I.V.A.,

et 2 atteintes de la C.D. et de la Circ..

L'atteinte a été tritronculaire dans 2 cas, touchant la C.D., l'I.V.A. et la Circ..

La répartition topographique est représentée dans le tableau suivant :

T A B L E A U I

	STADE	STADE	STADE	STADE	STADE
	O	I	II	III	IV
C.D.		16-18	8-27-28 22	2-10	14 - 29
I.V.A.		21	11 - 13		7
Circ.		17	9		
T.C.G.		26			
C.D. + I.V.A.				6-15-25 23	
C.D. + I.V.A. + Circ.				20	3
Circ. + I.V.A.				12	5
C.D. + Circ.				1 - 24	
T O T A L	13	4	7	10	6

V) - MESURE DE LA PRESSION TELEDIASTOLIQUE
VENTRICULAIRE GAUCHE ET ANGIOGRAPHIE GAUCHE.

1°) - Mesure de la pression V.G. :

Elle a été réalisée dans 26 cas.

La pression ventriculaire gauche télé-
diastolique était supérieure à 12 cm dans 11 cas.
(Observations 3, 4, 10, 15, 18, 20, 25, 29, 31, 38, 39).

2°) - Angiographie V.G. :

Elle montrait :

- . 3 ectasies (observations n° 4, 7, 30)
- . 1 hypocinésie (observation n° 8),
- . 1 akinésie (observation n° 21)

N°	E.C.G. de base.	E.C.G. d'effort	Stade	C. D.	I.V.A.	Circ.	T.C.G
Obs.							
1	Nécrose post.	post. lat.	III	S 75%		S 80%	
2	Nécrose lat.	ant. lat.	III	2S 50%			
				90%			
3	Nécrose lat.	ant. lat.	IV	M	T	2 S	
4	Nécrose ant. lat.	ant. lat.	IV	S 50%	T		
5	Nécrose post. lat.	post. lat.	IV		T	S 50%	
6	Nécrose post. lat.	post. lat.	III	S 50%	M		
7	Nécrose ant. sept.	ant. sept.	IV	T	T		
8	Lésion ant. lat.	ant. lat.	II	S 50%			
9	Nécrose post.	post. lat.	II		S 75%		
10	Ischémie post. lat.	post. lat.	III	2S 50%			
11	Normal	apicale	II		S 75%		
12	Ischémie apicale	apicale	III		S 75%	S 50%	
13	Ischémie lésion sous endocardique lat.	ant. lat.	II		S 75%		
14	Nécrose post.	post. lat.	IV	T			
15	Normal	post. lat.	III	2S 80%	S 75%		

post. = postérieure

lat. = latérale

ant. = antéro

T = thrombose

M = moniliforme

S = sténose

N°	E.C.G. de base	E.C.G. d'effort	Stade	C. D.	I.V.A.	Circ.	T.C.G.
17	Flutter alternant avec tachy arythmie.	-	I			S 30%	
26	Hyperdéviation axiale gauche AC	-	I				S 30%
27	Ischémie post.	-	II	S 75%			
28	Nécrose post.lat.	-	IV	S 75%			
29	Nécrose post.	-	IV	T			
20	Nécrose ant.sept.	BBD	III	S 50%	S 50 %	S 80%	
21	Normal	post.	I		S 40 %		
22	Normal	lat.	II	S 90%			
23	Trouble diffus de repol. ant. lat.	ant. lat.	III	S 50%	S 50 %		
24	Ischémie lésion-post.	ant. lat.	III	S 80% et 50%		S 50%	
25	Normal	lat.	III	S 50%	M		
16	Normal	ant. lat.	I				
18	Ischémie ant.lat.	lat.	I				
19	Ischémie ant.lat.	lat.	O				

post. = postérieure

lat. = latérale

ant. = antéro

A.C. = arythmie complète

repol.= repolarisation

(	:	:	:	:	:	:	:	:	:	)
(	NN°	:	E.C.G.	:	:	:	:	:	:	)
(	Obs.	:	E.C.G. de base	:	d'effort	:	Stade	:	C. D. : I.V.A. : Circ. : T.C.G.	)
(	:	:	:	:	:	:	:	:	:	)
(	30	:	Nécrose lat. sous	:	-	:	0	:	:	)
(		:	épicardique	:		:		:	:	)
(	31	:	Surcharge syst.	:	-	:	0	:	:	)
(		:	G, BBG	:		:		:	:	)
(	32	:	Normal	:	-	:	0	:	:	)
(	33	:	Normal	:	-	:	0	:	:	)
(	34	:	T inversé en VL	:	-	:	0	:	:	)
(	35	:	Surcharge syst.G	:	-	:	0	:	:	)
(	36	:	Normal	:	-	:	0	:	:	)
(	37	:	Normal	:	-	:	0	:	:	)
(	38	:	Surcharge syst.G	:	-	:	0	:	:	)
(	39	:	BBG	:	-	:	0	:	:	)
(	40	:	Surcharge syst.G	:	-	:	0	:	:	)
(		:	BBG	:		:		:	:	)
(	:	:	:	:	:	:	:	:	:	)
(	:	:	:	:	:	:	:	:	:	)

BBG : = bloc de branche gauche

Surcharge syst. G. = surcharge systolique gauche.

C O R R E L A T I O N S

A) - ETUDE DES CORRELATIONS DE L'E.C.G. D'EFFORT ET DE LA CORONAROGRAPHIE :

I - E.C.G. D'EFFORT POSITIFS :

Dans 18 de nos 40 cas, l'E.C.G. de base s'est modifié de façon significative à l'effort.

1°) - *Concordance E.C.G. d'effort et coronarographie : 15 cas.*

15 malades ont présenté des modifications de l'E.C.G. d'effort significatives : soit une sous dénivellation de ST de 1 mm ou plus, avec des lésions à la coronarographie aux stades II, III, IV.

Dans 2 cas, l'E.C.G. de base est normal (obs. n° 11 et 15).

L'E.C.G. d'effort était positif pendant et après l'effort (obs. n° 11).

L'E.C.G. d'effort était positif pendant l'effort (obs. n° 15).

La coronarographie était au stade II pour l'un et III pour l'autre.

Dans 13 autres cas, l'E.C.G. de base était spécifique d'insuffisance coronaire avec :

9 nécroses

4 ischémies-lésions.

a) CORRELATIONS TOPOGRAPHIQUES :

L'ensemble de ces corrélations est résumé dans le tableau n° II.

E.C.G. de base	n°	CORONAROGRAPHIE				E.C.G. d'effort
		Stade :	CD :	IVA :	Cire :	
Postérieure	1	III	S 75 %		S 80 %	Postéro-latérale
Postérieure	9	II			S 75 %	Postérieure
Postérieure	14	IV	T			Postéro-latérale
Postéro-latérale	10	III	2S 50 %			Postéro-latérale
Postéro-latérale	5	IV		T	S 50 %	Postéro-latérale
Postéro-latérale	6	III	S, 50 %	M		Postéro-latérale
Normal	15	III	2S 80 %	S 75 %		Postéro-latérale
Apicale	12	III		S 70 %	S 50 %	Apicale
Normal	11	II		S 75 %		Apicale
Antéroseptale	7	IV		T		Antéroseptale

E.C.G. de base	n° obs.	CORONAROGRAPHIE			E.C.G. d'effort
		Stade	CD	IVA	Cire
Latérale	4	IV	S 50 %	T	Antérolatérale
Antéro-latérale	8	II	S 50 %		Antéro-latérale
Latérale	2	III	2S 50-90 %		Latérale
Latérale	3	IV	M	T	Latérale
Latérale	13	II		S 75 %	Latérale

T = Thrombose-obliteration complète

S = Sténose

M = Moniliforme, assimilée aux sténoses multiples.

EN CONCLUSION :

- Dans les localisations postérieures et postéro-latérales, nous voyons :

- . Une bonne concordance dans 4 cas,
- . Trois lésions sur l'I.V.A. qui ne s'expriment pas.

- Dans les localisations antéro-latérales et latérales, nous voyons :

- . Une bonne concordance dans 3 cas,
- . Mais deux lésions sur la coronaire droite qui ne s'expriment pas.

- Dans les localisations artéroseptales, nous voyons :

- . Un seul cas qui est concordant.

- Dans les localisations apicales, nous voyons :

- . Deux cas qui sont concordants.

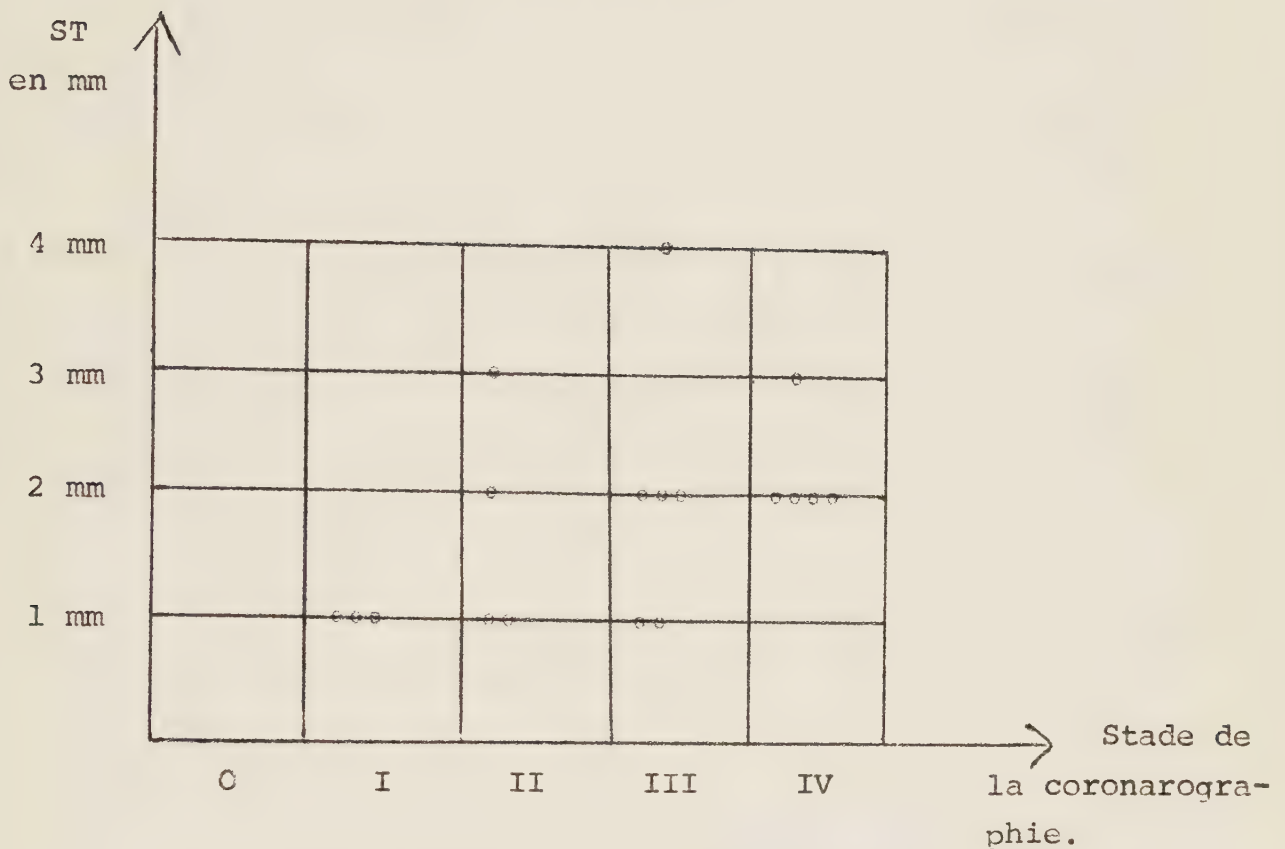
Nous remarquons, de plus, une thrombose muette sur l'I.V.A. (observation n° 5).

Deux électrocardiogrammes de base normaux qui se sont positifs à l'effort et qui montraient des lésions à la coronarographie (observations n° 11, 15).

b) - STADE LESIONNEL ET SOUS DECALAGE DE ST :

Le sous décalage de ST était relativement proportionnel au degré de lésion des artères.

T A B L E A U



STADE LESIONNEL ET SOUS DECALAGE DE ST.

- Les 5 lésions au stade IV montrent un sous décalage $\gg$ à 2 mm.

- Les 6 lésions au stade III montrent un sous décalage :

$\gg$ à 2 mm dans 4 cas,

= à 1 mm dans 2 cas.

- Les 4 lésions au stade II montrent un sous décalage de 1 mm (2 fois), un sous décalage à 2 mm (2 fois).

2°) - *Discordances* : 3 cas.

3 sujets ont présenté une épreuve positive avec une sténose à 30 % de la coronaire droite dans
1 cas,
des coronaires normales dans
2 cas.

Dans le 1er cas (obs. n° 16).

Il s'agissait d'un sujet diabétique âgé de 60 ans qui présentait cliniquement un angor d'effort typique.

L'E.C.G. de repos ne montrait qu'un bloc focal droit mineur, sans trouble de la repolarisation.

Au cours de l'épreuve d'effort (100 watts pendant 5 mn, 150 watts pendant 4 mn), un accès de TV est survenu, qui a été spontanément résolutif, et suivi d'un sous décalage de ST de 1 mm en V3, V4, V5 pendant 3 mn.

La coronarographie ne montrait qu'une sténose à 30 % de la CD à son origine.

Nous pouvons donc penser raisonnablement qu'il s'agit d'une atteinte artériolaire intra-myocardique, non visualisée par la coronarographie.

Dans le 2ème cas : (obs. n° 18).

Il s'agissait d'un malade de 50 ans qui présentait des crises d'angor atypiques, contemporaines de poussées de tachyarythmie.

L'E.C.G. de base montrait des troubles de la repolarisation : sous décalage de ST de 0,5 mm en V5, V6.

L'E.C.G. d'effort montrait une accentuation du sous décalage qui passait à 1,5 mm avec raccord brutal à l'onde T.

La coronarographie était au stade 0.

L'angiographie du VG mettait en évidence une hypertrophie myocardique caractéristique d'une cardio-myopathie obstructive.

Il s'agissait donc d'une insuffisance coronarienne fonctionnelle.

Dans le 3ème cas : (obs. n° 19).

Il s'agissait d'un sujet de 40 ans qui présentait un angor d'effort atypique dans son siège et ses irradiations, et non calmé par la Trinitrine.

Dans ses antécédents, on notait une tuberculose pulmonaire gauche, traitée par pneumothorax.

L'E.C.G. de base montrait des signes d'ischémie lésion en V2, V3, V4, non modifiés lors du test au K Cl et au gynergène.

L'E.C.G. d'effort pratiqué (100 watts pendant 5 mn, 150 watts pendant 5 mn, 175 watts pendant 5 mn) montrait une accentuation du sous décalage de ST : 1,5 mm, en V3, V4, V5

La coronarographie d'excellente qualité ne laisse aucun doute sur l'intégrité du réseau coronaire.

Ce cas est pour nous le plus troublant car il soulève le problème des épreuves d'effort faussement positives. N'y a-t-il pas chez de tels sujets une anomalie hémoglobinique ou enzymatique telle qu'elle a été décrite chez d'authentiques angineux à la coronarographie normale, ou ne s'agit-il pas plutôt de ces fausses épreuves d'effort positives liées à des séquelles de péricardites (CHERCHI 1969) ou à l'hyperventilation (MAC HENRY 1970).

II - E.C.G. D'EFFORT NEGATIFS :

Dans 16 cas, l'E.C.G. de base ne s'est pas modifié à l'effort.

1°) - CONCORDANCE :

a - Dans 11 cas, l'E.C.G. d'effort était négatif ; la coronarographie était au stade 0, (observations n° 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40).

b - Deux sujets au stade I présentaient un E.C.G. négatif.

Dans le 1er cas : (obs. n° 26)

Il s'agissait d'un homme de 45 ans, sans symptomatologie clinique, mais avec une arythmie complète à l'E.C.G. de base et un aspect QS en D2, D3, VF de 3/100, compatibles avec le diagnostic d'infarctus postérieur ancien ou d'un hémibloc gauche.

Un E.C.G. d'effort pratiqué (100 watts pendant 5 mn, 125 watts pendant 5 mn) permettait d'atteindre la fréquence 140, soit 80 % de la fréquence maximum théorique mais ne montrait aucune altération de la repolarisation.

La coronarographie montrait une sténose à 30 % de l'origine du tronc coronaire gauche.

Dans le 2ème cas : (obs. n° 17)

Il s'agissait d'un sujet âgé de 58 ans, présentant un angor atypique.

L'E.C.G. de base tantôt était normal, tantôt montrait :

un flutter 2/1

une tachy-arythmie paroxystique, avec
bloc sino auriculaire.

L'E.C.G. d'effort pratiqué (100 watts pendant 5 mn, 150 watts pendant 5 mn) permettait d'atteindre la fréquence 130, soit 90 % de la fréquence maximum théorique. Aucune modification du segment ST n'apparaissait.

La coronarographie montrait une sténose à 30 % à l'origine de la Circ.

2°) - DISCORDANCES : 3 cas.

Dans le 1er cas (obs. n°29).

Il s'agissait d'un malade âgé de 47 ans qui avait présenté un infarctus postérieur 2 mois auparavant, sans angor résiduel.

Dans ses antécédents, on retenait la notion de tabagisme (20 cigarettes par jour), un excès de poids (1,71 m 80 kg), une hypertriglycéridémie : 2,55g

L'E.C.G. de base montrait un aspect QR en D2, D3, VF, avec une onde T inversée en D3 VF.

L'épreuve d'effort permit d'atteindre la fréquence 175, soit la fréquence maximum théorique pour ce sujet après :

5 mn à 100 watts,

5 mn à 150 watts,

2 mn à 200 watts.

L'arrêt fut motivé par la dyspnée intense et et les crampes dans les membres inférieurs.

La coronarographie montrait une thrombose complète de la C.D. réduite à un moignon de 5 mm sans lit d'aval.

Dans le 2ème cas ; (obs. 27).

Il s'agissait d'un malade de 51 ans qui présentait un angor d'effort typique.

Dans ses antécédents, on notait :

- une hypertension ancienne,
- un tabagisme (20 cigarettes/ jour)

L'E.C.G. de repos montrait une onde T inversée de 2 mm en D3, VF, V6, V7, un sus décalage de ST de 1 mm en D2, curviligne, convexe vers le haut, de 0,5 mm en VF.

L'E.C.G. d'effort

50 watts pendant 5 mn,

100 watts pendant 5 mn,

permet d'atteindre la fréquence maximum théorique de ce sujet : 175. Il ne montrait aucune modification du segment ST, ni de l'onde T.

La coronarographie mettait en évidence :

- sur la coronaire droite :

. une sténose proximale à 75 %

. une sténose distale à 50 %

- sur l'I.V.A. :

. une athéromatose disséminée.

Dans le 3ème cas (obs. n° 28)

Le sujet âgé de 44 ans, avait présenté une nécrose postérieure, sans antécédent d'angor, ni angor résiduel.

A l'E.C.G. de base, on notait la persistance d'un courant de lésions en D2, D3, VF, et la nécrose postérieure.

L'E.C.G. d'effort pratiqué :

100 watts pendant 5 mn,

125 watts pendant 10 mn,

permettait d'atteindre la fréquence 150, soit 85 % de la fréquence maximum théorique et ne montrait aucune modification du segment ST et de l'onde T.

La coronarographie montrait une sténose à 75 % de la portion moyenne de la coronaire droite.

Nous retenons donc dans ce lot de 16 E.C.G. d'effort négatifs :

- 13 concordances satisfaisants avec la coronarographie
- 3 discordances indiscutables dont 1 est formelle puisque la fréquence maximum théorique fut atteinte.

On voit toute l'importance pratique de telles constatations.

III - E.C.G. D'EFFORT DOUTEUX :

Dans 6 de nos cas, les réponses électriques à l'épreuve d'effort n'entraînaient pas la conviction

- sous décalage de Q inférieur à 1 MM : 5 fois
- une inversion franche de l'onde T : 1 fois
- un trouble de la conduction : 1 fois

La coronarographie montrait :

- des lésions au stade III = 4 fois
- II = 1 fois
- I = 1 fois

Le premier (obs. n° 23) :

Il s'agissait d'une femme âgée de 53 ans présentant un angor atypique, non calmé par la trinitrine.

- Une H.T.A., une obésité étaient retrouvées dans ses antécédents.

- L'E.C.G. de base montrait :

. Un aplatissement de l'onde T dans tout le précordium G = V3, V4, V5, V6.

. L'E.C.G. d'effort pratiqué :

5 mn à 75 W

10 mn à 100 W fut interrompu à cause d'une fatigue générale.

La fréquence atteinte était de 145 (85 % fréquence maximum théorique).

Après l'effort, on notait un décalage horizontal ou discrètement ascendant de ST de 0,5 mm avec record anguleux à l'onde T en V3, V4, V5, V6.

La coronarographie montrait un stade III avec

- Une CD gracile avec une sténose à 50 %
- Une IVA grêle sur l'ensemble de son trajet avec une sténose à 50. %

Le deuxième : (obs. n° 24).

Il s'agissait d'un sujet de 49 ans qui présentait un angor d'effort et de repos.

Dans ses antécédents, on notait une HTA (25 - 13), un éthylisme, un tabagisme, une hérédité lourde.

- L'E.C.G. de base montrait :

- . Des signes d'ischémie-lésions en V4
- . Une onde T inversée et profonde en V4, V5; V6, V7.

L'E.C.G. d'effort réalisé : 100 watts pour 7 mn, permettait d'atteindre la fréquence 150 soit 90 % de la fréquence maximum théorique.

Après l'effort, on notait de nombreuses extra-systoles ventriculaires monomorphes et un sous décalage de ST rectiligne et horizontale de 0,5 mm.

La coronarographie mettait en évidence un stade III avec :

- sur la C.D., une sténose à 80 % à 2 cm de l'origine,
- sur la C.D., une sténose à 50 % à l'origine de l'I.V.P.
- sur la circ. une sténose à 50 % à 2 cm de l'origine,
- sur l'I.V.A. une athéromatose sur l'ensemble du trajet.

Le troisième : (obs. n° 25).

Ce sujet âgé de 43 ans présentait un angor de primodécubitus.

- Sans antécédent notable,

- L'E.C.G. de base était normal. Toutefois, un unique enregistrement en crise avait montré un courant de lésion en V4 - V5 - V6.

L'épreuve d'effort réalisée :

- 75 watts, 5 mn

- 125 watts, 5 mn,

- 150 watts, 5 mn,

- 175 watts, 3 mn20, permettait d'atteindre la fréquence 165 soit 90 % maximum théorique. On notait un sous décalage de ST rectiligne et horizontal de 0,5 mn en V5, V6.

La coronarographie montrait un stade III.

Avec un C.D. grêle

un I.V.A. moniliforme

un circ. grêle

Le quatrième : (obs. n° 20).

Il s'agissait d'un malade de 59 ans ayant fait un infarctus septal avec angor résiduel d'effort.

L'E.C.G. montrait :

- un aspect Q S en V1
- une sous-dénivellation de ST en V1, V2, V3.
- une onde T ischémique en V1, V2, V3, V4.

L'E.C.G. d'effort pratiqué :

75 watts, 5 mn

100 watts, 2 mn permettait d'atteindre la fréquence 130 soit 80 % de la maximum théorique. Il devait être interrompu par l'apparition d'un bloc droit intermittent puis définitif qui s'est prolongé après l'effort (et inversion franche de l'onde T).

La coronarographie montrait un stade III
avec : sur la C.D., une sténo à 50 %
sur l'I.V.A., une sténose à 50 %
sur la circ., une sténose à 50 %

L'angiographie du ventricule gauche montrait une plaque akinétique.

Le cinquième : (obs. n° 22).

Ce malade âgé de 59 ans présentait un angor d'effort typique, une hypercholestérolémie = 8,90g

L'E.C.G. de base était normal.

L'E.C.G. d'effort (100 watts, 150 watts, 200 watts en 15 mn) permettait d'atteindre la fréquence 125 soit 80 % de la maximum théorique.

Pendant l'effort, on notait un sous-décalage ST de type jonctionnel ascendant.

Après l'effort, il apparaissait en V5 - V6 un sous-décalage horizontal de 0,5 mm.

La coronarographie montrait un stade 0 avec sur la C.D. une sténose à 90 %, sur le premier coude avec bon lit d'aval.

Le sixième : (obs. n° 21).

Le sujet, âgé de 35 ans, présentait un angor typique. On notait un tabagisme (30 cigarettes par jour).

Sur l'E.C.G. de base, de manière transitoire, était apparu un sous-décalage de 1 mm du point J et du segment ST concave vers le haut en D2, D3, VF.

L'E.C.G. d'effort pratiqué :

100 watts en 5 mn,

150 watts en 5 mn,

200 watts en 5 mn permettait d'atteindre 95 % de la fréquence maximum théorique.

Au cours de l'effort, on notait un sous-décalage de type J -ST de 1 mm.

Après l'effort, un décalage de 0,5 mm en D3, du segment S T horizontal et rectiligne.

A la coronarographie, stade I avec I.V.A. sténose progressive en manchon à la partie distale à 40 %.

CORRELATIONS TOPOGRAPHIQUES :

Elles sont résumées dans le tableau
suivant :

T A B L E A U

	N°					E.C.G.
E.C.G. de base	obs.	Stade	C.D.	I.V.A.	Circ.	d'effort
Normal	22	II	S 90 %			ant. lat.
Antéro latérale	23	III	S 50 %	S 50 %		ant. lat.
Antéro latérale	24	III	2S 80 % et 50%		S 50 %	ant. lat.
Normal	25	III	M			ant. lat.
Antéro septale	20	III	S 50 %	S 50 %	S 80 %	ant. sep.

ant. lat. = antéro latérale

ant. sep. = antéro septale

S = sténose

Ces corrélations entre ces E.C.G. d'effort douteux et la coronarographie, statistiquement peu significatives dans notre étude ouvrent néanmoins la discussion sur la valeur du sous-décalage de ST compris entre 0,5 et 1 mm que nous n'avions pas retenu au départ, à condition que celui-ci affecte un profil en marche d'escalier.

B) - CORRELATIONS ENTRE L'E.C.G.
D'EFFORT ET LA MESURE DE LA PRESSION TELEDIASTOLIQUE DANS LE VENTRICULE GAUCHE ET L'ANGIOGRAPHIE DU VENTRICULE GAUCHE.

I - PRESSION TELEDIASTOLIQUE VENTRICULAIRE GAUCHE :

1°) - *Mesure de la pression télédia-
stolique ventriculaire gauche et résultat des épreu-
ves d'effort :*

Cette mesure a été effectuée dans 26 cas.

a) Corrélations avec les E.C.G. d'effort positifs.

Dans 6 cas, (obs. n° 3, 4, 10, 15, 18), la pression télédia-
stolique gauche était supérieu-
re à 12 mm.

b) Corrélations avec les E.C.G. d'effort négatifs.

Dans 4 cas, la pression télédia-
stolique gauche était supérieure à 12 mm
(obs. n° 29, 31, 38, 39).

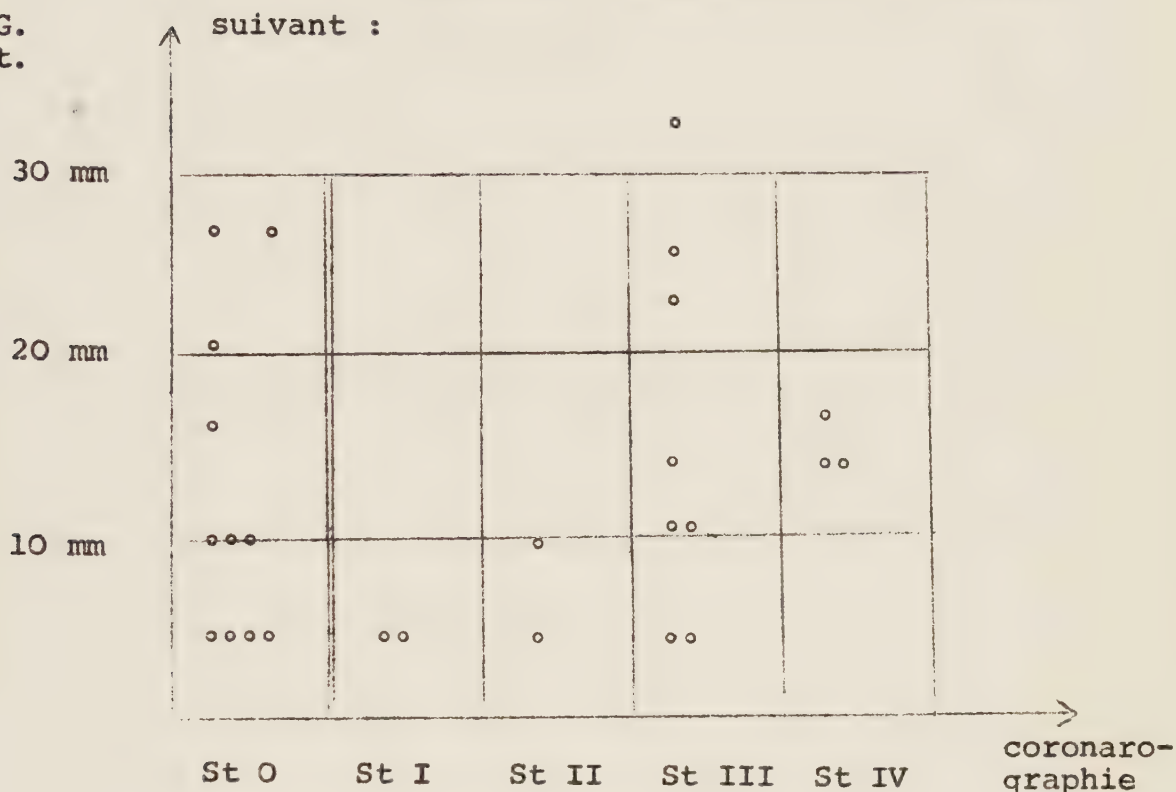
c) Corrélations avec les E.C.G. d'effort douteux.

Dans 2 cas (observations n° 20, 25) la
pression télédia-
stolique ventriculaire gauche
était supérieure à 12 mm.

2°) - Corrélations avec le stade lésionnel à la coronarographie.

Elles sont résumées dans le tableau

P.V.G.
diast.



Il faut remarquer que le stade 0 comporte

- cinq cardio myopathies primitives
- une cardio myopathie obstructive

Pour les stades II, III, IV, à la coronarographie, lorsque l'épreuve d'effort était positive, la pression télédiastolique ventriculaire gauche a été mesurée 13 fois.

Elle était supérieure à 12 mm 7 fois.

Chez les sujets au stade IV à la coronarographie, la pression ventriculaire télédiastolique gauche a été mesurée 3 fois.

- l'E.C.G. d'effort était positif 2 fois :
(observations n° 3, 4).
- l'E.C.G. d'effort était négatif 1 fois :
(observation n° 29).

Chez tous les sujets au stade III à la coronarographie, la pression ventriculaire télédiastolique gauche a été mesurée 8 fois.

Elle était supérieure à 12 mm 4 fois.

- l'E.C.G. d'effort était positif 2 fois :
(observations n° 10, 15).
- l'E.C.G. d'effort était douteux 2 fois :
(observation n° 20, 25).

Chez les sujets au stade II à la coronarographie, la pression ventriculaire télédiastolique gauche a été mesurée 2 fois (observations n° 8 et 9).

Elle était normale.

L'E.C.G. d'effort était positif.

Chez les sujets au stade 0 et I, à la coronarographie, 32 fois la pression ventriculaire télédiastolique gauche a été mesurée 13 fois.

Elle était supérieure à 12 mm 4 fois.
(observations n° 18, 31, 38, 39).

L'E.C.G. d'effort était négatif 3 fois :
(observations n° 31, 38, 39)

Il s'agissait de cardio myopathie primitive.

L'E.C.G. d'effort était positif 1 fois
(observation n° 18).

Il s'agissait d'une cardio myopathie obstructive.

II - ANGIOGRAPHIE DU VENTRICULE GAUCHE

L'angiographie du ventricule gauche a révélé :

- 3 ectasies (obs. n° 4, 7, 22).
- 1 hypocinésie (obs. n° 3)
- 1 akinésie (obs. n° 21)

a) - Les ectasies :

Deux fois (obs. n° 4, 7), l'E.C.G. d'effort était positif avec sus-décalage de ST de 2 mm.

La coronarographie était au stade IV.

Une fois (obs. n° 22) l'E.C.G. d'effort était négatif, la coronarographie était au stade 0 (origine traumatique de l'anévrisme ventriculaire).

b) - L'hypocinésie :

L'E.C.G. d'effort était positif, la coronarographie au stade III (obs. n° 8).

c) - L'akinésie :

L'E.C.G. d'effort était douteux, la coronarographie était au stade III (obs. n° 21).

c) - CORRELATIONS AVEC LA CLINIQUE :

1) - SUJETS ANCIEN INFARCTUS :

Au nombre de 12 :

- 9 présentaient un angor résiduel, de repos et d'effort (obs. n° 1, 2, 3, 5, 6, 7, 9, 14, 20).
- 3 ne présentaient pas d'angor résiduel (obs. n° 4, 28, 29).

9 réponses étaient positives à l'E.C.G. d'effort.

dont 5 étaient au stade IV à la coronarographie :
(observations n° 3, 4, 5, 7, 14).

3 étaient au stade III à la coronarographie :
(observations n° 1, 2, 6).

1 était au stade II à la coronarographie :
(observation n° 9).

1 réponse était douteuse, avec un stade III à la coronarographie (obs. n° 20).

1 réponse était négative avec un stade IV à la coronarographie (obs. n° 29).

1 réponse était négative avec un stade II à la coronarographie (obs. n° 28).

2) - ANGOR TYPIQUE AVEC SIGNES D'ISCHEMIE
A L'E.C.G. DE REPOS :

a) - Il s'agissait deux fois d'un angor d'effort pur (obs. n° 8, 27).

b) - Il s'agissait quatre fois d'un angor d'effort et de repos (obs. n° 10, 12, 13, 24).

Dans l'angor d'effort pur :

- L'E.C.G. d'effort était positif dans 1 cas (obs. n° 8) avec une coronarographie au stade II

- L'E.C.G. d'effort était négatif dans 1 cas (obs. n° 27) avec une coronarographie au stade II.

Dans l'angor mixte :

- L'E.C.G. était positif dans 3 cas (obs. n° 10, 12, 13) avec deux stades III et un stade II à la coronarographie.

- L'E.C.G. était douteux dans 1 cas (obs. n° 24) avec un stade III à la coronarographie.

3) - DANS L'ANGOR TYPIQUE ISOLE : 6 cas.

Cet angor était d'effort pur dans deux cas (obs. n° 16, 21).

Cet angor était mixte dans deux cas (obs. n° 11, 15).

Cet angor était de repos dans deux cas (obs. n° 22, 25).

a) *Dans l'angor d'effort pur :*

Il s'agissait :

- d'un stade I (obs. n° 16), avec sténose à 30 % de la C.D., l'E.C.G. d'effort était positif dans les dérivations apicales.

- d'un stade II (obs. n° 21), avec une sténose à 50 % de l'I.V.A., l'E.C.G. d'effort était douteux.

b) *Dans l'angor de repos isolé :*

Il s'agissait :

- d'un stade III (obs. n° 25), avec sténose de la coronaire droite, de l'I.V.A., l'E.C.G. d'effort était douteux dans les dérivations latérales.

- d'un stade III (obs. n° 22), avec sténose de la coronaire droite et de l'I.V.A., l'E.C.G. d'effort était douteux dans les dérivations latérales.

c) *Dans les deux cas d'angor mixte :*

Il s'agissait :

d'un stade II (obs. n° 11), avec sténose de l'I.V.A. (75 %).

d'un stade III (obs. n° 15), avec E.C.G. d'effort positif, et une atteinte des trois troncs CD, IVA, CIRC.

4) - ANGOR ATYPIQUE, avec E.C.G. DE BASE
DOUTEUX : 4 cas.

a) - E.C.G. d'effort négatif :

(obs. n° 34), l'E.C.G. d'effort était négatif, la coronarographie était négative, l'E.C.G. de base montrait une inversion de l'onde T en VL.

(obs. n° 17), l'E.C.G. d'effort était négatif, la coronarographie était au stade I, avec une sténose à 30 % de la circonflexe, l'E.C.G. de base était tantôt normal, tantôt révélateur de troubles du rythme (flutter 2/1, tachy arythmie).

b) - E.C.G. d'effort douteux :

(obs. n° 23), l'E.C.G. d'effort était douteux, la coronarographie était au stade III avec des lésions de la coronaire droite, de l'interventriculaire antérieure, l'E.C.G. de base montrait des troubles de la repolarisation en V4, V5, V6.

c) - E.C.G. d'effort positif :

(obs. n° 19), l'E.C.G. était positif la coronarographie négative, l'E.C.G. de base montrait des troubles de la repolarisation en V4, V5, V6.

5) - DANS L'ANGOR ATYPIQUE AVEC E.C.G. DE
BASE NORMAL : 4 cas.

Dans ces 4 cas (obs. n° 32, 33, 36, 37)
l'E.C.G. d'effort est resté négatif.

La coronarographie était au stade 0.

6) - MODIFICATIONS DE L'E.C.G. DE REPOS
SANS SYMPTOMATOLOGIE CLINIQUE : 2 CAS.

Dans ces 2 cas, l'E.C.G. d'effort est resté négatif :

(obs. n° 26), *il s'agissait d'un sujet âgé de 44 ans.*

L'E.C.G. de base montrait une arythmie complète, une hyper-déviatiion axiale gauche, un aspect QS en D2, D3, VF de 3/100 sec.

L'E.C.G. d'effort était négatif.

La coronarographie était au stade I, avec une sténose à 30 % du tronc coronaire gauche.

(obs. n° 30), *il s'agissait d'un sujet de 22 ans.*

L'E.C.G. de base montrait une nécrose sous-épicardique latérale.

L'E.C.G. d'effort est resté négatif.

La coronarographie était normale. Mais l'angiographie ventriculaire gauche montrait une ectasié.

Les modifications électriques étaient à rapporter à un anévrysme par contusion myocardique survenue lors d'un accident de la route.

L'intégrité du réseau coronarien affirmée par la coronarographie a été confirmée à l'intervention.

7) - DANS LE GROUPE DES CARDIOMYOPATHIES
il était intéressant de confronter les données
E.C.G. de base et E.C.G. d'effort et coronarogra-
phie.

- Il s'agissait d'un cas de cardiomyopathie
obstructive (obs. n° 18).

- . L'E.C.G. de base montrait des troubles de la repo-
larisation.
- . L'E.C.G. d'effort était positif.
- . La coronarographie était au stade 0.

- Et de 5 cas de cardiomyopathie primitive
(obs. n° 31, 35, 38, 39, 40).

- . L'E.C.G. d'effort et la coronarographie étaient
négatifs.

D) - CORRELATIONS AVEC LES FACTEURS DE RISQUES

Facteurs de risque	Coronaro graphie. Stade O-I.	Coronaro graphie. Stade II, III, IV.	Epreuves positives	Epreuves douteuses	Epreuves négatives
Hyper tension artérielle.	3	9	7	2	3
Obésité	1	7	3	3	1
Tabac	9	7	8	2	6
Hérédité	3	6	4	3	2
Diabète	2	2	2	1	1
Hyperlipémie	3	6	6	1	2
Hypercholestéro- lémie.	5	11	6	3	7
Hypertriglycéri- démie	2	5	3	2	2
Deux facteurs associés	5	11	5	8	3
Trois facteurs associés		7	3	3	1
Quatre facteurs associés	1	1	1		1

Corrélations des facteurs de risques avec les résultats de
- la coronarographie
- l'E.C.G. d'effort

E) - SYNTHESE DES CORRELATIONS :

I - AVEC LA CLINIQUE :

1° - Dans l'angor d'effort pur :

Nous ne trouvons que 50 % de concordances entre l'E.C.G. d'effort et la coronarographie :

- 25 % de faux positifs,
- 25 % de faux négatifs.

2°) - Dans l'angor de repos pur :

Nous n'avons que des épreuves d'effort douteuses, pour des sténoses supérieures ou égales à 50 %.

3°) - Dans l'angor mixte :

Nous trouvons 84 % de concordance entre l'E.C.G. d'effort positif et des sténoses supérieures ou égales à 50 %.

- 16 % de cas douteux.

4°) - Dans l'angor atypique :

Nous trouvons 75 % de concordances entre l'E.C.G. d'effort et la coronarographie :

- avec 12 % de cas douteux
- 13 % de faux positifs.

T A B L E A U III

(	::				::				::	)
(Coronarographie::		E. C. G. de base			::	E. C. G. d'effort			::	)
(	::				::				::	)
(	::	E.C.G. de:	:		::	:	:	:	::	)
(	::	base N	:Atypique:	E.C.G. sign.	::	Négatif:	Douteux	: Positif:	::	)
(	::	:	:	:	::	:	:	:	::	)
(	::				::				::	)
(Stade O::	4	:	7	:	2	::	11	:	2	:: 13)
(	::	:	:	:	:	::	:	:	:	::)
(Stade I::	2	:	2	:	:	::	2	:	1	:: 1)
(	::	:	:	:	:	::	:	:	:	::)
(	::					::				::)
(	::					::				::)
(Stade II::	2	:	:	:	5	::	2	:	1	:: 4)
(	::	:	:	:	:	::	:	:	:	::)
(Stade III::	2	:	:	:	8	::	:	:	4	:: 6)
(	::	:	:	:	:	::	:	:	:	::)
(Stade IV::	:	:	:	:	6	::	1	:	:	:: 5)
(	::	:	:	:	:	::	:	:	:	::)
(	::	:	:	:	:	::	:	:	:	::)
(	::	:	:	:	:	::	:	:	:	::)
(TOTAL::	10	:	9	:	21	::	16	:	6	:: 18)
(	::	:	:	:	:	::	:	:	:	::)
(	::	:	:	:	:	::	:	:	:	::)
(	::	:	:	:	:	::	:	:	:	::)

Corrélations E.C.G. de base - E.C.G. d'effort - Coronarographie

II- INTERET DE L'E.C.G. D'EFFORT PAR RAPPORT A L'E.C.G. DE BASE :

1°) - Lorsque l'E.C.G. de base montre des troubles de la repolarisation non spécifique de l'insuffisance coronarienne :

a) - Dans les cas où la coronarographie est au stade 0 et I :

nous obtenons :

78 % de concordances,
10,5 % de faux positifs;
10,5 % de cas douteux.

b) - Dans les cas où la coronarographie est au stade II, III, IV :

nous obtenons :

50 % de concordances,
50 % de cas douteux.

C'est à dire que lorsque l'E.C.G. de base ne permet pas d'affirmer ou d'infirmier avec certitude l'insuffisance coronarienne, l'E.C.G. d'effort le permet dans une proportion de 70 % des cas, avec malgré tout : 7,5 % de faux positifs,

22,5 % de cas douteux.

2°) - Lorsque l'E.C.G. de base est normal, nous obtenons 60 % de concordances avec la coronarographie :

10 % de faux positifs,
30 % de cas douteux.

III - DIFFUSION DES LESIONS ET SIGNES A L'E.C.G. D'EFFORT :

Trois faits paraissent s'en dégager :

1°) - Lorsque les lésions coronariennes sont sévères, les chances d'obtenir un E.C.G. positif à l'effort sont augmentées d'autant :

au stade II : 4 E.C.G. d'effort positifs pour 2
négatifs et 1 douteux,

au stade III: 6 E.C.G. d'effort positifs et 4 douteux.

au stade IV : 5 E.C.G. d'efforts positifs pour un
négatif.

2°) - Une nette accentuation d'un sus-décalage de ST (2 mm) annonce une occlusion complète d'un gros tronc (obs. n° 3).

3°) - Un sous décalage de ST supérieur ou égal à 2 mm constitue un indice certain de sévérité (obs. n° 4, 5, 7, 14).

IV - CORRELATIONS DANS LES ATTEINTES MONO- TRONCULAIRES ET MULTITRONCULAIRES;

Elles sont résumées dans les tableaux suivants :

	C O R O N A R O G R A P H I E			
Localisation des signes				
à l'E.C.G. d'effort	Stade	C.D.	I.V.A.	Circ.
Postéro latérale	II			n° 9
	III	n° 10		
	IV	n° 14		
Antéro latérale	III	n° 2		
	II	n° 8		
	II		n° 13	
Apicale	II		n° 11	
Antéro septale	IV		n° 7	
Muet	IV	n° 29		

Synthèse des corrélations :

Topographie des lésions monotronculaires et
des localisations à l'E.C.G. d'effort.

		C O R O N A R O G R A P H I E			
Localisation des signes		C.D. +	C.D. +	I.V.A.	C.D.+O.V.A.
à l'E.C.G. d'effort.	Stade	I.V.A.	Circ.	+ Circ	+ Circ.
Postéro latérale + Postérieure					
	III		n° 1		
	IV			n° 5	
	III	n° 6			
	III	n° 15			
Antéro latérale	IV	n° 4			
	III		n° 24		
	III	n° 25			
	III	n° 23			
	IV				n° 3
Apicale	III			12	
Antéro-septale	III				n° 20

Synthèses de corrélations : topographie des
lésions multitronculaires et des localisations à
l' E.C.G. d'effort.

DEUXIEME PARTIE
COMMENTAIRES

C O M M E N T A I R E S :

I) - CHOIX DE L'EPREUVE

A - TEST DE MASTER

B - TAPIS ROULANT

C - ERGOCYCLOMETRE

II) - REALISATION DE L'EXERCICE

A - TYPE D'EXERCICE

B - INTENSITE

C - DUREE

III) - ENREGISTREMENT PENDANT ET APRES L'EFFORT

IV) - CRITERES ELECTROCARDIOGRAPHIQUES

A - CRITERES DE CERTITUDE :

1) LIGNE DE BASE

2) MODIFICATION DE ST.T

3) INVERSION DE L'ONDE U

B - CRITERES DOUTEUX :

1) QX/QT

2) MODIFICATIONS DE L'ONDE T

3) TROUBLES DU RYTHME

4) TROUBLES DE CONDUCTION

V) - CRITERES CORONAROGRAPHIQUES :

- 1) ERREURS EN PLUS
- 2) ERREURS EN MOINS

VI) - CORRELATIONS E.C.G. D'EFFORT ET
CORONAROGRAPHIE

- A) CONCORDANCES
- B) SPECIFICITE ET SENSIBILITE

- 1) FAUX POSITIFS
- 2) FAUX NEGATIFS
- 3) SOUS DECALAGE ST ET STADE DE LA
CORONAROGRAPHIE

I) - CHOIX DE L'EPREUVE D'EFFORT :

Divers tests ont été proposés avant même d'envisager un contrôle électrocardiographique au cours de l'effort. Ce sont les anciens tests de FLACK, l'épreuve de LIAN, l'épreuve de MARTINET-PACHON et l'épreuve de SCHNEIDER.

Etude critique :

L'ensemble de ces tests, simples mais approximatifs, qui sont tous basés sur la mesure de la fréquence cardiaque, ne trouvent aucune utilité actuellement en pathologie. Du fait de l'absence de contrôle électrocardiographique, ils doivent même être considérés comme dangereux chez les sujets suspects d'insuffisance coronarienne.

A - TEST DE MASTER :

Le test de MASTER utilise la montée et la descente d'un escabeau de 2 marches, de hauteur bien définie pendant 1 mn 30" pour le test simple, 3 mn pour le double test. La cadence est calculée en fonction du poids, âge et sexe de chaque sujet.

Un enregistrement E.C.G. est effectué avant et après l'effort jusqu'à 6 mn. Ce test a quelques variantes :

test de KEYS,

test de HARWARD.

Etude critique :

Le matériel utilisé est simple et peu coûteux, mais ce test présente de nombreux inconvénients :

1 - Le manque de standardisation :

Le niveau du travail doit être calculé à l'aide d'abaques. Malgré ces tables de MASTER, le test pénalise plus les sujets légers (SIMONSON 1958).

Dans sa forme classique, ce "step-test" méconnaît la fréquence cardiaque atteinte du cours de l'épreuve, et par conséquent juge difficilement l'intensité de l'épreuve imposée.

2 - Le manque de sensibilité :

Des modifications ont été signalées par CHERCHI (Mexico 1962) au cours d'un travail inférieur ou au contraire supérieur au test de MASTER simple ou double, ce qui montre son manque de sensibilité mais aussi la nécessité d'effectuer un effort progressif sous surveillance continue de l'E.C.G.

Enfin, sa durée est trop courte pour que le "steady-state" s'installe. En conclusion, ce test brutal, peu fidèle, et peu sensible doit donc être abandonné au profit d'épreuves mieux calibrées.

B - TAPIS ROULANT :

Proposé par BRUCE et coll., ce test consiste à effectuer, par paliers consécutifs de 3 mn, une marche sur un tapis roulant dont la pente peut varier de 0 à 20 %, et la vitesse de 1,5 à 6 km/heure.

L'épreuve à charge croissante est poursuivie jusqu'à la limite des possibilités physiques, de l'apparition d'un symptôme fonctionnel (angor), d'une modification électrocardiographique et l'obtention de la fréquence 170.

Etude critique :

L'intérêt de cette méthode tient au caractère quasi-physiologique de l'effort, reproduisant un acte de la vie quotidienne. L'exercice provoque une stimulation du système cardiovasculaire et n'est pas limité à une fatigue locale (HASKELL, 1969).

Mais ce "treadmill" présente des inconvénients, s'il ne semble pas requérir une condition spéciale pour la population des Etats-Unis, il semble plus difficile d'obtenir cette marche sur "sol mouvant", en pays européen, surtout si ce test s'adresse à des personnes âgées.

Il demande une préparation par des séances préalables au cours desquelles on constate une amélioration de rendement.

La mesure du travail dans ce test est déterminée par la vitesse et la pente, sans tenir compte du poids du corps (SIMONSON). Il est donc plus difficile de calculer précisément et rapidement la puissance de l'effort réalisé. Il faut souligner, de plus, le caractère onéreux de l'appareillage.

C - ERGOCYCLOMETRIE :

Préconisée par les auteurs scandinaves (SJÖJTRAND 1950, ÅSTRAND 1963) le bicyclette ergométrique est actuellement de plus en plus largement utilisé.

Ces modèles sont à pédalier, ce qui offre la possibilité de pratiquer l'effort en position assise ou allongée :

Il en existe plusieurs types :

- cyclo-ergomètre de LANOY,
- cyclo-ergomètre de MONARK,
- cyclo-ergomètre de ELEMA SCHÖNANDER.

Quelque soit le modèle choisi, l'effort est réalisé de la manière dont nous l'avons décrite dans la première partie.

Etudes critiques :

Mis à part une difficulté au pédalage chez un sujet âgé, amaigri, arthrosique, difficulté que l'on rencontre également dans les autres épreuves, nous n'avons pas remarqué d'inconvénients majeurs.

Par contre, les avantages sont importants.

Ils permettent à tous les sujets d'atteindre un état d'équilibre pour chaque niveau de travail, car l'effort réclamé au malade est stable et soutenu, et requiert la même énergie chez tous les sujets. L'entraînement préalable n'est pas nécessaire.

En position couchée, l'enregistrement per-effort est aisément réalisable.

Mais la position assise permet une bonne adaptation respiratoire. Seul les membres inférieurs travaillent, laissant libres les membres supérieurs, ce qui permet d'effectuer un enregistrement permanent de l'E.C.G. grâce à des électrodes spéciales et des dérivations approchant le montage classique, de mesurer la fréquence, les volumes respiratoires et la consommation d'oxygène.

L'effort impose le travail d'une grande partie des masses musculaires. Il est dosé et parfaitement mesurable, ce qui donne une épreuve reproductible et sensible.

II) - REALISATION DE L'EXERCICE :

A - DEUX TYPES D'EXERCICE peuvent être réalisés :

le palier unique,

les paliers successifs.

Le palier unique ne provoque pas de stimulation cardio-vasculaire identique pour les sujets d'une population homogène donnée (TAYLOR - KEYS 1966, HASKELL 1965).

Le niveau de l'effort demande à être fixé selon la tolérance. Les paliers successifs sont alors préférables, soit de façon continue avec des charges croissantes, soit avec des périodes de récupération.

B - INTENSITE DU TRAVAIL imposé : le niveau initial de puissance développée est fixé dans notre étude à 50 watts, ce qui permet une période d'échauffement musculaire avec un accroissement progressif par paliers de 25 watts. La durée de chaque niveau tend à faire atteindre au sujet un état d'équilibre et leur nombre une intensité terminale donnée.

L'intensité terminale à l'effort doit être maximale ou sub-maximale.

Il semble en effet indispensable de tendre à la réalisation par le sujet d'un effort maximal qui permettra de connaître ses réelles possibilités, information que l'on ne pourra que déduire d'un test sous-maximal.

C - DUREE :

Elle est très variable selon les auteurs :

- 3 minutes pour ALDENS, GOOCH et Mc CONNEL
- 5 minutes pour SJOJTRAND, MESSIN et DENOLIN
- 6 minutes pour ASTRAND

et doit correspondre à la stabilisation de la fréquence cardiaque ; c'est le "steady-state".

Nous avons pu vérifier dans notre étude que dans

62 % des cas, la fréquence cardiaque s'est stabilisée à la 4ème minute,

38 % à la 3ème minute.

III) - ENREGISTREMENT PENDANT ET APRES L'EFFORT.

Nous avons préféré mettre les dérivations à leur place habituelle afin d'éliminer toutes causes d'erreurs dues à un montage plus ou moins éloigné du montage classique pour l'enregistrement de l'électrocardiogramme avant et après l'effort.

Comme il est pratiquement impossible d'éliminer les grandes sources de parasitage et l'instabilité de la ligne de base liées aux mouvements respiratoires, aux contractions musculaires, au poids des fils, surtout au cours d'un effort qui tend à être maximum, nous avons choisi la télétransmission pour

surveiller toute la durée de l'épreuve, tout comme TODESCO (1961), BELLET (1961), IZAJLIT (1965).... malgré les réserves qu'ont pu énoncer TACCOLA et coll. (1963), sur l'aspect faussement ischémique du segment ST.

L'enregistrement au cours de l'épreuve d'effort apporte un surcroît d'informations

1) *il renforce la sécurité de l'épreuve :*

Cela semble indispensable chez un sujet coronarien car la surveillance permanente de l'E.C.G. permet d'interrompre l'épreuve dès l'apparition des signes électriques d'ischémie qui précèdent toujours la crise angineuse, et d'éviter une charge trop poussée (MASTER - 1964, ROBB- 1964).

2) *il permet la mesure de la fréquence cardiaque :*

La tachycardie a toujours servi de base à l'évaluation d'un test d'effort. Elle permet d'apprécier facilement l'intensité de la charge appliquée (ASTRAND et RYHMING 1954).

3) *il augmente la valeur diagnostique de l'épreuve :*

Le tracé recueilli immédiatement après l'épreuve est très sensible, mais un certain nombre d'anomalies ischémiques n'apparaissent qu'à l'effort et ne persistent que 15 à 30 secondes après l'arrêt de celui-ci (SIMONSON 1963 ; BRUCE 1965).

Pour ABARQUEZ (1960), le contrôle pendant l'effort quadruple le nombre d'anomalies observées.

Pour FLEISH (1962), 2/3 des anomalies constatées au cours d'un effort sur bicyclette ergométrique se normalisent après l'arrêt de celui-ci.

Pour SASAMOTO (1964), le contrôle per-effort double le nombre d'anomalies dépistées chez ces coronariens.

Enfin BELLET (1964-1965-1966) trouve 9 tracés exclusivement positifs à l'effort sur 75 épreuves positives.

Dans notre expérience, nous avons observé un électrocardiogramme positif seulement à l'effort, sans modifications pendant la phase de récupération.

Pendant l'effort, nous avons choisi comme dérivation une bipolaire thoracique : manubrium sternal-V5, dans laquelle se manifestent 89 % des anomalies (BLACKBURN, 1966). Elle donnerait toutefois 4 % de faux positifs.

Pour augmenter la sensibilité de l'épreuve à 100 %, il faudrait enregistrer pendant l'effort 6 des 12 dérivations standard : D2, VF, V3, V4, V5, V6, (BLACKBURN, 1966).

IV - CRITERES ELECTROCARDIOGRAPHIQUES :

Lors de la pratique de l'E.C.G. d'effort et à la lecture de la littérature, on observe une variabilité quant aux critères retenus comme significatifs.

En effet, pour avoir une valeur sémiologique, un tel test doit à la fois être spécifique et sensible.

spécifique, c'est à dire que les critères retenus doivent être suffisamment significatifs de l'insuffisance coronarienne et par conséquent, tendre à l'absence de "faux positifs" (SIMONSON 1961).

sensible, c'est à dire, tendre à l'absence de "faux négatifs" c'est la raison pour laquelle, le Master simple et même double est à exclure totalement.

Ainsi, choisir un critère expose à un double danger, soit être trop large et faire prendre pour coronarien des sujets à coeur sain, soit être trop sévère et ignorer une coronarite débutante.

Les critères du diagnostic retenus par les différents auteurs sont extrêmement nombreux et variables.

Un effort de classification a été réalisé par BLACKBURN, KEYS, SIMONSON en 1960 ; c'est le "code Minnésota", remanié en 1963 par ASTRAND pour mieux tenir compte des acquisitions récentes.

Le critère essentiel réside dans les modifications de la repolarisation et plus particulièrement du segment ST.

Certaines de ces manifestations sont indiscutablement pathologiques alors que d'autres laissent la place à la discussion.

A) - CRITERES DE CERTITUDE :

Avant de préciser les modifications du segment ST, par rapport à la ligne isoélectrique, il est indispensable d'obtenir une bonne définition de celle-ci :

1 - *Ligne de base de référence :*

Si on dispose d'une ligne bien stable, la ligne de référence est obtenue en joignant plusieurs segment PR par une réglette plastique, en prenant la jonction PQ comme ligne de base de référence sur plusieurs complexes successifs ; on évite l'erreur due à l'interférence de l'onde T auriculaire négative sur le début du segment ST suivant étant donné que l'espace PR est toujours court.

C'est la ligne QQ qu'il faut choisir comme ligne de base de référence (ASTRAND 1963) ; elle est indépendante des modifications en rapport avec la tachycardie qui augmente progressivement l'amplitude de $P-P_{Ta}$ qui peut alors entraîner par interférence un décalage du ST suivant.

2 - *Modification du segment ST - T :*

Trois points sont importants :

- la configuration générale,
- la hauteur (ou amplitude) du décalage,
- la durée du décalage.

a) - la configuration générale :

Deux aspects sont caractéristiques et admis par tous :

a. un segment ST rectiligne, horizontal en plateau, se raccordant de manière anguleuse à l'onde T.

b. un segment ST descendant à convexité supérieure en faux ("sagging aspect" des auteurs nord-américains).

Il peut s'agir d'un sus-décalage de ST, typiquement en selle ou horizontal avec raccord anguleux avec l'onde T qui est retenu par la majorité des auteurs (LENEGRE, FORTUIN et PRESINGER 1970). La signification d'une telle anomalie peut être double ; dans certains cas, il s'agit d'anévrysme ventriculaire post-infarctus (DOAN 1965) (MASTER 1966-1970) ; dans d'autres cas, il s'agit de manifestations aiguës d'ischémie (PRINZMETAL 1959). Lorsque ces modifications s'accompagnent de dépressions en miroir de ST dans les dérivations opposées, elles traduiraient une ischémie sévère et localisée (SCHEFER 1960 ; GAZES 1964 ; FORTUIN et MASTER 1970) ou d'un sous-décalage de ST.

b) - amplitude du décalage du segment ST :

Des degrés variables de réponse sont retenus :

1°) - une réponse supérieure à 0,1 mm (JOUVE 1957) ou déjà plus sévère de 0,5 mm (SIMSON 1963), (SASAMOTO 1965, MASTER 1964, BLACKBURN 1964).

En fait ces critères exposent à inclure trop de faux positifs.

2°) - Pour d'autres, il est nécessaire d'exiger un sous-décalage supérieur ou égal à 1 mm (SIMONSON 1963, BLACKBURN 1964, BELLET 1966, BRUCE 1966....).

3°) - Pour certains, la morphologie des lésions est suffisante et l'importance du sous-décalage classé en degré a une valeur pronostique essentielle (ROBB et MARKS 1971), ce pronostic serait d'autant plus réservé que la sous-dénivellation est plus importante, et aussi une valeur prédictive des lésions radiologiques (COHNS 1971), tous les segments ST présentant une sous-dénivellation supérieure ou égale à 2 mm, montreraient des lésions au stade III et IV à la coronarographie.

4°) - Enfin, MASON et LIKAR (1967) pensent que la somme des sous-décalages de ST (compris entre 0,5 et 1 mm) en plusieurs dérivations est un meilleur indice qu'un déplacement maximum dans une seule dérivation.

Ce critère retenu leur donne 6 positifs en plus et 4 faux négatifs sur 84 malades explorés.

c) - *la durée du décalage:*

La dépression du segment ST doit avoir une certaine durée : (0,08 à 0,12 seconde) pour authentifier le diagnostic d'insuffisance coronaire : (MATTINGLY 1969 ; SHEEFIELD 1965).

3 - Inversion de l'onde U :

Lorsque la fréquence est modérée; l'onde U reste visible et son inversion doit toujours être considérée comme pathologique (LEPESCHKIN 1958) mais sans doute liée à l'hypertension artérielle (GEORGOPOULOS 1961).

B) - CRITERES DOUTEUX :

Il est des critères douteux que nous n'avons pas retenus. Ils portent sur :

- 1 - Rapport QX/QT,
- 2 - Les modifications de l'onde T
- 3 - Les troubles du rythme
- 4 - les troubles de conduction.

1) Le rapport QX/QT :

Le sous-décalage ascendant du segment RST du type J "jonctionnel" est interprété très différemment selon les auteurs.

Pour MASTER, il est pathologique si le retour à la ligne iso-électrique est lent, car la succession sur un même tracé de ce type de dépression puis d'un courant de lésion caractéristique n'est pas exceptionnelle. Nous l'avons en effet rencontré chez plusieurs de nos malades (2 cas).

Cet abaissement du point J correspondrait à des lésions coronariennes d'un stade II minimum, LEPESCHKIN propose un rapport QX/QT supérieur à 50 % à l'intersection de ST avec la ligne iso-électrique.

2) Les modifications de l'onde T :

L'onde T est influencée par de nombreux facteurs et son élévation s'observe pendant et après l'effort chez 3 sujets sur 4 environ.

Pour LEPESCHKIN (1958), PRINZMETAL et coll. (1960), l'élévation de l'onde T n'est jamais normale, et si elle triple sa valeur de repos ou augmente de 5 mm au moins, celà constituerait un critère d'ischémie sévère. Mais, pour bon nombre d'auteurs, elle n'est pas spécifique car elle varie en toutes circonstances (GILSON et HOLTER 1964-1965).

De même pour l'aplatissement, ou l'aspect en double bosse de l'onde T qui sont très fréquents à l'effort, SIMONSON (1961) et BELLET (1964) jugent ces aspects pathologiques lorsque l'onde T est positive au repos.

Quant à l'inversion franche de l'onde T, non spécifique pour ROBB (1964), SHEEFIELD (1965), si elle est isolée, est considérée comme pathologique par BROUSTET (1966) si elle est symétrique et par SIMONSON (1961) et BLACKBURN (1964) si elle atteint 3 à 5 mm en D1, D2, V2, V6 à condition que l'axe de QRS soit dans le plan frontal.

3) Les troubles du rythme :

Les extrasystoles surviennent souvent au cours de l'épreuve d'effort à la fois chez les cardiaques et les sujets normaux (38 % dans le travail de GOOCH et Mc CONNELL sur les troubles du rythme et de la conduction à l'effort). BELLET (1967) les considère comme pathologiques après l'effort si elles sont nombreuses et multifocales, mais non significatives d'insuffisance coronaire, n'étant le plus souvent que la traduction d'une irritabilité myocardique produite par l'hyperventilation (DENOLIN 1967).

Les extrasystoles auriculaires, la fibrillation auriculaire ne sont pas retenues si elles sont isolées.

Le bigéminisme est retenu par SERRADIMIGNI comme critère de positivité, ainsi que par BROUSTET (1966). L'installation d'une tachycardie ventriculaire au cours d'une épreuve d'effort est différemment interprétée par les auteurs :

- spécifique pour MASTER (1962) d'une ischémie,
- pour d'autres (LEPESCHKIN 1960), de tels accès ne seraient pas le propre d'une atteinte ischémique bien que survenant plus fréquemment chez les coronariens et contraignant à l'arrêt immédiat de l'épreuve.

4) Les troubles de conduction :

Leur signification pathologique est également diversement appréciée, qu'il s'agisse d'un bloc transitoire complet ou incomplet de l'une des branches du faisceau de HISS.

Considérés comme traduisant une ischémie localisée au tissu septal pour certains auteurs (MASTER, 1965), ces troubles de conduction sont, pour d'autres, suggestifs d'ischémie (GUBNER 1962).

En fait, la seule augmentation de la fréquence cardiaque au-dessus du niveau critique provoque souvent l'apparition de troubles de conduction. De sorte que, si l'on accorde une signification pathologique à ces troubles de conduction ne survenant qu'à l'effort et au décours de celui-ci, il faut tenir compte de ce qu'ils peuvent apparaître pour d'autres causes que l'ischémie myocardique (absence de spécificité, DENOLIN, 1967).

On voit la difficulté du problème en face de la multiplicité des opinions. C'est le mérite des études prospectives à long terme de ROBB et MARKS et surtout de BLACKBURN, des corrélations électrocardiogramme d'effort - coronarographie de DEMANY et coll., (1967), MASON et LIKAR (1967), Mac CONAHAY et coll. (1971).... d'avoir fait litière d'un bon nombre de ces critères jadis considérés comme formels.

EN CONCLUSION :

ne restent significatifs d'insuffisance coronarienne que :

- le sus décalage de ST $\gg$ de 1 mm,
- l'inversion de l'onde U,
- le sous-décalage de ST ; son importance quantitative, est variable selon les auteurs.

Mac CONAHAY et coll., en 1970, comparent les résultats des confrontations électrocardiogramme d'effort - coronarographie de divers auteurs. On y voit que le pourcentage respectif de faux positifs et de faux négatifs varie selon le critère retenu quant au sous décalage de ST.

Dans les travaux de MASON (1967), l'effort réclamait une fréquence à 90 % de la fréquence maximum théorique. Pour un sous-décalage de ST de 0,5 mm on trouve :

- 31 % de faux positifs,
- 12 % de faux négatifs.

Pour un sous-décalage de ST de 1 mm, il ne reste que :

- 11 % de faux positifs,
- mais 22 % de faux négatifs.

Pour KASSEBAUM (1968) l'effort réclamait 85 % de la fréquence maximum théorique.

Lorsque le critère : ST sous décalé de 0,5 mm était retenu, on observait :

- 9 % de faux positifs,
- 49 % de faux négatifs.

Lorsque le critère : ST sous décalé de 1 mm était retenu, on observait :

- 1 % de faux positifs,
- 51 % de faux négatifs.

Enfin, pour Mac CONAHAY, l'effort réclamait une fréquence cardiaque à 140/mn.

Pour un segment ST sous décalé de 0,5 mm, on observait :

- 9 % de faux positifs,
- 58 % de faux négatifs.

pour un segment ST sous décalé de 1 mm, on observait :

- 0 % de faux positifs,
- 65 % de faux négatifs.

Ce problème ne peut être formellement tranché et, le critère de sous-décalage retenu comme significatif, doit être fonction du but recherché ;

En matière de *diagnostic*, on doit exiger un sous décalage de 1 mm.

En matière de *pronostic*, on peut se satisfaire de beaucoup moins (0,5 mm).

V) - CRITERES CORONAROGRAPHIQUES :

La coronarographie expose :

1) - A des erreurs en plus

car il existe des spasmes coronariens transitoires démontrés pour la première fois par SONES (1967), d'où l'importance de pratiquer une deuxième injection sous Trinitrine chaque fois que l'image artériographique suggère cette possibilité. Nous avons rencontré cette éventualité à deux reprises.

2) - A des erreurs en moins surtout

car on sait par les vérifications opératoires que la coronarographie sous estime toujours les lésions (de l'ordre de 20 %), CAMPEAU (1970).

Une sténose ostiale peut être totalement ignorée dans une coronarographie sélective.

Il est des sténoses qui ne s'expriment que dans une seule incidence.

L'oblitération totale d'une branche de la circonflexe peut être ignorée et tenue pour une distribution anatomique particulière.

Il existe des angors et des infarctus à coronarographie normale.

Il est des problèmes d'interprétation lorsqu'on se trouve en face de réseaux coronariens graciles dans leur ensemble, s'agit-il alors d'un aspect physiologique ou de cardiomyopathie tels que l'a décrit VARNAUSKAS ?

VI) - CORRELATIONS E.C.G. D'EFFORT ET CORONAROGRAPHIE

A - CONCORDANCES :

Les résultats comparés de l'épreuve d'effort et de la coronarographie relevés dans la littérature, sont assez concordants.

Toutefois, il faut signaler la diversité dans le recrutement des sujets, les tests d'effort réalisés, les critères de positivité retenus et la variabilité de l'atteinte coronarienne considérée comme significative.

T A B L E A U I V

AUTEURS	Année	Nb de sujets	Crit. coron.	Exercice	Crit. posi. ST	Concordances	Faux posifs	Faux négatifs
LIKOFF	1966	74	50 %	50 à 150 W	1mm	65 %	21 %	14 %
MASSON	1967	84	50 %	bicyclette 90% FMx th	1mm	75 %	5 %	20 %
KASSEBAUM	1968	71	50 %	bicyclette 85% FMx th	1mm	71 %	1,5 %	27,5 %
Mac CONNAHAY	1971	100	50 %	double Master	1mm	58 %	0	42 %
ROITMAN	1971	100	50 %	tapis roulant 90% FMx th	1mm	62 %	8 %	30 %
SERRADIMINI	1972	150	50 %	bicyclette 80% FMx th	1mm	74 %	10 %	16 %
Etude personnelle.	1972	40	50 %	bicyclette 80% FMx th	1mm	73 %	7,5 %	19,5 %

Critère coronarographique : sténose supérieure ou égale à 50 %
sténose supérieure à 50 %.

F.M.x Th. : fréquence maximum théorique

Critère de positivité ST : sous décalage supérieure ou égal à 1 mm.

B - SPECIFICITE ET SENSIBILITE DE LA METHODE :

Il existe un pourcentage variable selon les auteurs de tests qualifiés de faussement positifs car la réponse positive à l'effort ne s'accompagne pas de modifications radiologiques, et inversement de faux négatifs observés dans le cas de sténoses coronaires significatives.

1°) - Tests faussement positifs :

Pour divers auteurs, (cf tableau IV), ils sont compris entre 0 et 21 %. Nous nous situons à 7,5 %.

Diverses hypothèses sont proposées pour expliquer que des anomalies électrocardiographiques puissent ne pas s'accompagner de lésions macroscopiques visibles.

Indépendamment de toutes causes d'insuffisance coronarienne fonctionnelle (insuffisance aortique, valvulite, hypertension artérielle, anémie, hypertension pulmonaire des cardiopathies congénitales), on peut encore invoquer ;

a) - une hypertension artérielle à l'effort qui peut entraîner une réponse faussement ischémique du segment ST pour LEPESCKING (1958).

b) - Mac HENRY signale une sous-dénivellation ischémique du segment ST apparu précocément (à la 3ème minute) au cours d'une épreuve d'effort et sans aucun autre symptôme chez 3 sujets. Cette dépression diminue si l'effort est prolongé, mais réapparaît et persiste 6 minutes après l'arrêt de l'effort.

Cette sous-dénivellation a été reproduite après 20 secondes d'hyperventilation. Il faut donc soumettre à ce test d'hyperventilation les sujets à réponses faussement positives.

c) - Dans 16 cas d'évidente hypertrophie ventriculaire gauche rapportée par ROITMAN (1970), 14 patients ont présenté une sous-dénivellation du segment ST à l'épreuve d'effort, mais 7 seulement avaient des lésions à la coronarographie, les 7 autres étaient radiologiquement normaux.

d) - CHERCHI (1966) évoque le cas de sujets ayant présenté une péricardite aigue bénigne souvent méconnue et montrant des altérations au troisième stade électrocardiographique, d'interprétation douteuse. L'épreuve d'effort démontre que ces sujets peuvent manifester un certain décalage de RS-T.

Nous tendons à ranger dans cette catégorie, l'observation n° 19, ainsi qu'un autre cas survenu dans le service depuis l'achèvement de ce travail : tous deux anciens bacillaires (tuberculose pulmonaire gauche traité par pneumothorax pour l'un, pleurésie sérofibrineuse gauche pour l'autre) dont l'E.C.G. de base révélait des signes d'ischémie-lésions l'E.C.G. d'effort était positif. La coronarographie était normale.

e) - BLONDEAU (1969) soulève l'hypothèse d'une myocardiopathie fruste ou débutante dans certains cas.

f) - Enfin, il peut s'agir également de lésions artériolaires intramyocardiques, ou la méconnaissance d'une thrombose du système circonflexe très variable dans sa distribution, voire de troubles du métabolisme intracellulaire muet à la coronarographie (ELIOTT et GORLIN 1968).

EN CONCLUSION :

on voit la nécessité d'interpréter une épreuve d'effort positive avec beaucoup d'esprit critique et, toujours en fonction du contexte, et l'utilité de la coronarographie chaque fois qu'il y a discordance.

2°) - *Test faussement négatif :*

Ce pourcentage est d'autant plus élevé que les critères de positivité électrocardiographique retenus sont rigoureux.

A propos de ces discordances, plusieurs explications peuvent être données :

LIKOFF (1966) signale des tests d'effort négatifs assez fréquents dans les infarctus myocardiques transmuraux. Cette éventualité semble pouvoir s'expliquer par la présence d'une zone fibreuse nécrosée non fonctionnelle dans un myocarde par ailleurs normalement vascularisé.

D'autres tests faussement négatifs peuvent correspondre à un angor de PRINZMETAL dont les signes électriques n'apparaissent qu'au moment des douleurs et correspondent à des sténoses très localisées.

Avec les critères que nous avons retenus, une épreuve négative est un élément important mais non absolu pour affirmer l'intégrité de la réserve coronarienne.

La spécificité de l'E.C.G. d'effort est faible car tout déséquilibré au niveau du myocarde peut s'accompagner d'une épreuve positive malgré un réseau coronaire sain.

3°) - *Corrélation du stade de la coronarographie avec sous décalage de ST.*

Nous avons constaté dans 84 % des cas avec stade lésionnel IV une sous-dénivellation du segment ST supérieure ou égale à 2 mm, et l'on sait la valeur pronostique d'un tel sous décalage par les travaux de ROBB et MARKS (1960 - 1964) et surtout de BLACKBURN (1970) dans une étude portant sur 12 770 sujets suivis pendant 5 ans.

Pour un sous-décalage de 1 mm, le taux de mortalité est double de celui des sujets à test négatif.

Pour un sous décalage de 1 à 2 mm, ce taux est quintuplé.

Pour un décalage supérieur à 2 mm, il est multiplié par 20.

Telles sont les conclusions que nous pouvons tirer de cette revue de la littérature.

CONCLUSIONS

A propos de 40 malades ayant subi un électrocardiogramme d'effort et une coronarographie, nous avons confronté les résultats de ces deux examens.

De ceux-ci, il ressort qu'il existe une corrélation habituelle entre ces deux examens dans 73 % des cas,

- concordance de deux résultats positifs (35 % de nos sujets).
- concordance de deux résultats négatifs (38 % de nos sujets).

Les critères retenus étant :

- sous décalage de ST 1 mm avec raccord anguleux à l'onde T.
sténose supérieure ou égale à 50 %.

Il reste donc 27 % des sujets chez lesquels une discordance a été retrouvée.

Elle se décompose en :

- 7,5 % de faux positifs.

Ce taux de faux positifs est retrouvé avec de faibles variations chez d'autres auteurs :

- MASSON, 5 %,
 - ROITMAN, 8 %,
 - SERRADIMIGNI, 10 %.
- 7,5 % de tests faussement négatifs

auxquels il faut ajouter :

12 % de tests douteux s'exprimant par :

- un sous-décalage de ST entre 0,5 et 1 mm,
- un trouble de conduction : bloc de branche droit.

Ces mêmes auteurs en retrouvent :

- 20 % pour MASSON,
- 30 % pour ROITMAN,
- 16 % pour SERRADIMIGNI.

L'électrocardiogramme d'effort apporte ainsi une aide indiscutable au diagnostic de la maladie coronarienne. Il en apprécie de plus le pronostic dans la mesure où :

- l'amplitude d'un sous décalage de ST supérieure ou égale à 2 mm est très évocatrice d'une atteinte importante (stade III et IV).
- l'accentuation notable d'un sus-décalage de ST signe l'obstruction complète d'un gros tronc.

Sa valeur localisatrice en matière de lésions sur les différents troncs artériels est plus aléatoire et tient :

- à la variabilité dans la dominance du système coronarien droit au gauche,
- à la diffusion des lésions.

En matière d'infarctus, il n'apporte rien au plan diagnostic mais permet de prévoir l'état de la circulation coronarienne restante dans 50 % des cas de notre étude.

Dans les angors d'efforts purs, il est beaucoup plus déroutant car le taux de faux négatifs y est beaucoup plus élevé : 25 % des cas de notre étude.

Dans les seuls cas d'angor atypique, s'accompagnant d'un E.C.G. de repos normal ou comportant des troubles de la repolarisation non spécifiques, l'E.C.G. d'effort permet de préjuger avec justesse de l'état radiologique du système coronarien dans 75 % des cas dans notre étude.

MASSON en retrouve 84 %

ROITMAN, 73 %

SERRADIMIGNI 81 %.

Mais c'est dans ce domaine que se recrutent électivement les faux positifs : 13 % des cas dans notre étude.

EN CONCLUSION,

Un E.C.G. d'effort rigoureusement exécuté et interprété, joint aux données de la coronarographie, renseigne sur l'état d'une circulation coronaire éventuellement perturbée, puisque s'extériorisant par des manifestations cliniques et électriques.

Lorsque l'insuffisance coronarienne s'exprime par un angor d'effort, l'E.C.G. est décevant à l'état basal, en dehors de l'infarctus du myocarde, en raison de la multiplicité des facteurs susceptibles de modifier la repolarisation. Mais l'E.C.G. d'effort lui-même s'est pas exempt de critique puisque pouvant donner de fausses réponses positives surtout dans les troubles de la repolarisation préexistants.

La coronarographie reste donc l'élément le plus sûr, sans être formel puisqu'il existe des angors d'effort et des infarctus à coronarographie normale.

Toutefois, la méthode idéale n'existe pas et, c'est de la conjonction de ces divers examens que naît la certitude, la clinique restant de loin prépondérante.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 - ABARQUEZ R.F., FREIMAN A.H. ; REICHEL F., LA DUE J.S. (1960)
"The precordium electrocardiogram during exercise"
Circulation, 22, 1060.
- 2 - ABARQUEZ R.F. , KINTANAR Q.L., VALDEZ E.V., DAYRIT, C. (1964)
" Evaluation of some criteria for the dynamic and post exercise electrocar-
diogram in diagnosing coronary insufficiency"
Am. J. Cardiol., 13, 310.
- 3 - ARESKOG, N.H. (1969)
"E.C.G. and pain reaction to work test, physical work capacity and coronary
angiogram in coronary artery disease".
Mal. Cardiovasc., 10, 35.
- 4 - ASTRAND, I. (1960)
"Aerobic capacity in men and women with special reference to age".
Acta physiol. scand., 169 (suppl.), 47.
- 5 - ASTRAND, I. (1965)
"Exercise electrocardiogram recorded twice with and eight year interval in
a group of 204 Women and men 48-63 years old".
Acta Méd., 178, 27.
- 6 - ASTRAND, I. ; LUNDMAN, T. (1968)
"The exercise electrocardiogram in coronary heart disease".
Clin. Lab. Invest., 22, (4), 301-306.
- 7 - ASTRAND, I. (1967)
"Exercise electrocardiography with special reference to different methods".
Transac. of the XI meeting scandin. Soc. Clin. Chem. Chir., Physiol.,
19, splt., 100, 51.
- 8 - ASTRAND, P.O. (1952)
"Experimental studies of physical working capacity in relation to sex and
age".
P. 19, E. Munksgaard, Copenhagen.
- 9 - ASTRAND, P.O. et RYHMING, I. (1954)
"A nomogram for calculation of aerobic capacity (physical fitness) from pul-
se rate during sub maximal work".
J. Appl. Phy siol., 7, 218-221.
- 10 - BELLET, S. ; MULLER OF ; LAVAN D., NICHOLS G.J. ; HERRING, A.
B. (1964)
"Radioelectrocardiography during exercise in patients with anginal syndro-
me ; use of multiple leads".
Circulation, 29, 366.
- 11 - BELLET, S. ; MULLER, O.F. (1965)
"The electrocardiogram during exercise. Its value in the diagnosis of angio-
na pectoris."
Circulation, 32, 477.
- 12 - BELLET, S. ; ROMAN, L. (1966)
"The effect of exercise and postural changes in the electrocardiogram".
Circulation, 32, 117.

- 13 - BELLET, S. ; ROMAN, L.R. (1967)
 "Comparison of the double two-step test and the maximal exercise tread-mill test. Study in coronary prone subjects".
Circulation, 36, 238.
- 14 - BELLET, S. ; ROMAN, L.R. ; NICHOLS, G.J. ; MULLER, O.F. (1967)
 "Detection of coronary prone subjects in a normal population by radioelectro-cardiogram exercise test".
Amer. J. Cardiol., 19, 783.
- 15 - BLACKBURN, H. ; TAYLOR, H.L. ; VASQUEZ, C.L. ; PUCHNER, T.C. (1966)
 "The electrocardiogram during exercise : findings in bipolar chest leads of 1449 middle-aged men, at moderate work levels".
Circulation, 34, 1034.
- 16 - BLACKBURN, H. (1969)
 "The exercise electrocardiogram. Technological. Procedural and conceptual developments. In measurement in exercise electrocardiography. P. 220".
 Edited by H. BLACKBURN. Springfield III. Charles C. Thomas.
- 17 - BLACKBURN, H. ; TAYLOR, H.L. ; KEYS, A. (1970)
 "The electrocardiogram in prediction of five year coronary heart disease incidence among men aged forty through fifty-nine".
Circulation, suppl. 1, 41, 154.
- 18 - BLONDEAU, M. ; HIMBERT, J. ; LENEGRE, J. (1958)
 "L'électrocardiogramme dans l'angine de poitrine d'effort".
Arch. Mal. Coeur, 51, 263.
- 19 - BLONDEAU, M. (1969)
 "Les anomalies primaires de la repolarisation d'origine non coronarienne".
Mal. Cardiovasc., Ital., 10, 99-106.
- 20 - BROUSTET, P. ; SAGARDILUZ, J. ; BRICAUD, H. ; COTTIN, D. (1964)
 "La détermination des possibilités d'effort chez les cardiaques".
Arch. Mal. Coeur, 57, n° spécial, 56.
- 21 - BROUSTET, P. ; BRICAUD, H. ; SAGARDILUZ, J. ; BESSE (P. (1966)
 "Les épreuves d'effort chez les cardiaques".
Act. Cardiol. Angiol., Int. 15, 73.
- 22 - BROUSTET, P. ; BRICAUD, H. ; SAGARDILUZ, J. (1966)
 "Intérêt de l'enregistrement électrocardiographique continu au cours de l'effort".
Arch. Mal. Coeur, 59, 1023.
- 23 - BRUCE, R.A. ; HORNSTEN, T.R. ; BLACKMON, J.R. (1968)
 "Myocardial infarction after normal responses to maximal exercise".
Circulation, 38, 552.
- 24 - BRUCE, R.A. ; HORNSTEN, T.R. (1969)
 "Exercise stress testing in evaluation of patients with ischemic heart disease".
Prog. Cardiovascul. Dis., 11, 371.
- 25 - BRUCE, R.A. ; KASSER, I. ; HORNSTEN, T.R. (1969)
 "Introductory report on ST responses to maximal exercise, quantitative measurements time course and relationships".
Mal. Cardiovasc., 10, 15.

- 26 - BRUCE, R.A. (1970)
"Exercise electrocardiography".
Acta Cardiol. Suppl., 14, 111.
- 27 - CAMPEAU, L. (1970)
"Myocardial infarction with normal selective coronary arteriogram".
Amer. Heart. J., 79, 139.
- 28 - CHERCHI, A. ; RAFFO, M. ; BINA, M. ; FONZO, R. ; BIDDAU, C. (1969)
"Valutazione quantitativa delle variazioni elettrocardiografiche di RS - T nell'esercizio muscolare".
Boll. Soc. Ital. Cardiol., 14, 363.
- 29 - CHERCHI, A. (1969)
"Diagnostic électrocardiographique à l'effort de l'insuffisance coronaire".
"Electrocardiogramme et métabolisme au cours de l'effort chez les normaux et les cardiaques".
Mal. Cardiovasc., 10, 47-109.
- 30 - DAVIS, F.W. (1953)
"The effect of exercise and smoking on the E.C.G. and ballistocardiogram of normal subject and coronarien".
Am. H. J., 46, 524.
- 31 - DEMANEY, M.A. ; TAMBE ; ZIMMERMAN, H.A. (1967)
"Correlations between coronary arteriography and the post exercise electrocardiogram".
Amer. J. Cardiol., 19, 526.
- 32 - DENOLIN, H. ; MESSIN, R. ; DEGRE, S. ; VANDERMOTEN, P. ; DE COSTER, A. (1966)
"Adaptation cardiocirculatoire au cours de l'effort musculaire. Aspects physiologiques et applications pratiques".
Acta Cardiol., 21, 663.
- 33 - DENOLIN, H. (1970)
"Rehabilitation of patients with cardiovascular disease".
Acta Cardiol. suppl., 14, 11.
- 34 - DOAN, A.E. ; PETERSON, D.R. ; BLACKMANN, J.R. ; BRUCE, R.A. (1965)
"Myocardial ischemia after maximal exercise in healthy men. A method for detecting potential coronary heart disease".
Am. Heart J., 69, 11.
- 35 - DOYLE, J.T. ; KINCH, S.H. (1970)
"The prognosis of and abnormal electrocardiographic stress test".
Circulation, 41, 545.
- 36 - ELIOT, R.S. ; BRATT, G.T. (1968)
"The paradox of myocardial ischemia and necrosis in young women with normal coronary arteriograms".
Amer. J. Card., 21, 98.
- 37 - FRIEDBERG, C.K. ; JAFFE, H.L. ; PORDY, L. ; CHESKEY, K. (1962)
"The two-step exercise electrocardiogram. A double-blind evaluation of its use in the diagnosis of angina pectoris".
Circulation, 26, 1254.

- 38 - FRIESINGER, G.C. ; LIKAR, I. ; BIERN, R.O. et MASON, R.E. (1965)
"Vasoregulatory asthenia : a cause for false positive exercise E.C.G.". Circulation, 32, 90.
- 39 - GOLDHAMMER, St. ; SCHERF, D. (1932)
"Elektrokardiographische untersuchungen bei kranken mit angina pectoris ("ambulatorischer typus)". Z. Klin. Med., 134, 1221.
- 40 - GOOCH, A.S. ; Mc. CONNELL, D. (1971)
"Etude des troubles du rythme et des anomalies de conduction transitoires observées au cours des épreuves d'effort submaximal sur tapis roulant". Acq. Nouv. path. cardio-vasc., 13, 319.
- 41 - HARICHAUX, P. ; LESBRE, J.Ph. ; DUBOISSET, M. ; LIENARD, J. et TEXIER, J. (Mme) (1971)
"Objet et applications cliniques de l'électrocardiographie d'effort". Journal de Méd. Picardie, 1, (3), 101-105.
- 42 - HASKELL, W.L. ; FOX, S.M. (1969)
"Some factors to consider when selecting an exercise stress testing procedure for the detection of myocardial ischemia". Mal. Cardiovasc., 10, 189.
- 43 - HULTGREN, H. ; CALCIANO, A. ; PLATT, F. (1967)
"A clinical evaluation of coronary arteriography". Amer. J. Med., 42, 228.
- 44 - IZRAJLIT, V.A. (1969) (en russe)
"Epreuve d'effort sur bicyclette ergométrique et dérivations orthogonales corrigées dans le diagnostic de la maladie ischémique du coeur". Kardiologija (S.S.S.R.), 9, (10), 114-121.
- 45 - KASSEBAUM, D.G. ; SUTHERLAND, K.I. et JUDKINS, M.P. (1968)
"A comparison of hypoxemia and exercise electrocardiography in coronary artery disease (diagnostic precision of the methods correlated with coronary angiography)". Amer. Heart J., 75, 759.
- 46 - KASSEBAUM, D.G. ; JUDKINS, M.P. ; GRISWOLD, H.E. (1969)
"Stress electrocardiography in the evaluation of surgical revascularization of the heart". Circulation, 40, 297.
- 47 - KEMP, G.L. ; ELLESTAD, M.H. (1968)
"The significance of hyperventilative and orthostatic T wave changes in electrocardiogram". Arch. intern. Med., 121, 518.
- 48 - LENEGRE, J. ; SONLIER, P. (1968)
"Maladies organiques des artères coronaires. Cardiopathies ischémiques". Maladies de l'appareil cardio-vasculaire, Flammarion edit. Paris, 2, 959.
- 49 - LEPESCHKIN, E. ; SURAWICZ, B. (1958)
"Characteristics of true-positive and false-positive results of electrocardiographic Master two-step exercise tests". New England. J. Med., 258, 511.
- 50 - LEPESCHKIN, E. (1960)
"Exercise test in the diagnosis of coronary artery disease". Circulation, 22, 986.

- 51 - LIAN, C. (1919)
"De l'interprétation de l'épreuve d'aptitude cardiaque à l'effort".
Gaz. Hôp. Paris, 42, 451.
- 52 - LIKOFFW, KASPARIAN, H. ; SEGAL, B.L. ; FORMAN, H. ; NOVACK, P. (1966)
"Coronary arteriography. Correlation with E.C.G. response to measured exercise".
Amer. J. Cardiol., 18, 160.
- 53 - MAC ALPIN, R.N. ; KATTUS, A.A. (1966)
"Adaptation to exercise in angina pectoris. The electrocardiogram during treadmill walking and coronary angiographic findings".
Circulation, 33, 183.
- 54 - MAC CONAHAY, D.R. ; MAC CALLISTER, B.D. ; SMITH, R.E. (1971)
"Post exercise electrocardiography : correlations with coronary arteriography and left ventricular hemodynamics".
Am. J. Cardiol., 28, 1.
- 55 - MC HENRY, P.L. (1970)
"Reponse à l'exercice (hyperventilation)".
Amer. Heart J., 79, 6877.
- 56 - MARTINET, J. (1916)
"Epreuve fonctionnelle circulatoire; Appréciation de la puissance de réserve du coeur".
Presse Médicale, Paris, 27, 27.
- 57 - MASON, R.E. ; LIKAR, I. (1966)
"A new system of multiple lead electrocardiography".
Amer. Heart J., 71, 196.
- 58 - MASON, R.E. ; LIKAR, I. ; BIERN, R.O. ; ROSS, R.S. (1967)
"Multiple lead exercise electrocardiography ; experience in 107 normal subjects and patients with angina pectoris, and comparison with coronary cinearteriography in 84 patients".
Circulation, 38, 517.
- 59 - MASON, R.E. ; LIKAR, I. ; BIERN, R.O. ; ROSS, R.S. (1969)
"Correlation of graded exercise electrocardiographic response with clinical and coronary cinearteriographic findings".
In "Measurement in exercise electrocardiogram".
H. BLACKBURN, ed. 445.
- 60 - MASTER, A.M. ; OPPENHEIMER, E.T. (1929)
"Simple exercise tolerance test for circulatory deficiency, with standard tables for normal individuals".
Amer. J. Med. Sci., 177, 223.
- 61 - MASTER, A.M. ; FRIEDMAN, R. ; DACK, S. (1942)
"The electrocardiogram after standard exercise as a functional test of the heart".
Amer. Heart J., 24, 777.
- 62 - MASTER, A.M. ; ROSENFELD, I. (1961)
"Criteria for the clinical application of the two step exercise test. Obviation of false negative and false positive responses".
J.A.M.A., 178, 283.

- 63 - MASTER, A.M. (1968)
"The MASTER two step test".
Amer. Heart J., 75, 810.
- 64 - MASTER, A.M. (1970)
"The "augmented" Master two step test".
Amer. Heart Assoc. Council on arteriosclerosis. 24 th. annual meeting.
- 65 - MATTINGLY, T.W. (1962)
"The postexercise electrocardiogram ; its value in the diagnostic and prognosis of coronary arterial disease".
Am. J. Cardiol., 3, 395.
- 66 - MESSIN, R. ; DEGRE, S. ; SOLVAY, H. (1965)
"Aspects pratiques de la réhabilitation des cardiaques. Les tests d'évaluation de l'handicap".
Rev. Sem. Belg. Readapt., 7, 93.
- 67 - MESSIN, R. ; DEGRE, S. ; VANDERMOTEN, P. ; DENOLIN, H. (1967)
"L'évaluation fonctionnelle du patient cardiaque en pratique courante. L'ergométrie en Cardiologie".
H. Denolin edit., 167.
- 68 - MOST, A.S. (1970)
"E.C.G. post-exercice et maladies coronariennes".
Ann. Intern. Med., 72, 641-7.
- 69 - NORDENSTROM, B. ; OVENFORS, C.O. et TORNELL, G. (1962)
"Coronary angiography in 100 cases of ischemic heart disease".
Radiology, 78, 721.
- 70 - PAULIN, S. (1964)
"Coronary arteriography : a technical, anatomic and clinical study."
Acta radiol., 233, 1.
- 71 - PRINZMETAL, M. ; TOYOSHIMA, H. ; EKMEKCI, A. ; FLAMM, E. ; MIZUND, Y. ; NAGAYA, T. ; et YAMADA, K. (1964)
"Angina pectoris VII. The nature of ST depression in acute myocardial ischemia".
Amer. J. Cardiol., 4, 498.
- 72 - ROBB G.P. ; MARKS, H.H. (1960)
"La valeur de l'étude de la nature et du degré des modifications électrocardiographiques après un exercice dans le dépistage des affections coronariennes".
Proc. Soc. Exper. Biol. Med., 103, (n°3), 450-452
- 73 - ROBB, G.P. ; MARKS, H.H. (1964)
"Latent coronary artery disease. Determination of its presence and severity by the exercise electrocardiogram".
Amer. J. Cardiol., 13, 603.
- 74 - ROITMAN, D. ; JONES, W.B. ; SHEFFIELD, C.T. (1970)
"Comparison of sub maximal exercise test with coronary cine angiogram".
Ann. Intern. Med., 72, 641.
- 75 - SASAMOTO, H. ; HOSONO, K. ; KASUGA, Y. ; NAKAMURA, Y. ; SHIMADA, H. ; OGINO, T. et NAGOSHI, H. (1964)
"Studies on E.C.G. during exercise Japan".
Circulation J., 28, 833.

- 76 - SCHERF, D. (1960)
"Development of the electrocardiographic exercise test". Standardised versus non - standardized test".
Amer. J. Cardiol., 1960, 5, 433.
- 77 - SCHERF, D. et GOLDHAMMER. (1933)
"Zur fruhdiagnose der angina pectoris".
Wien. Med. Wchnschr., 83, 836.
- 78 - SERRADIMIGNI, A. et Coll. (1972)
"L'électrocardiogramme d'effort dans le diagnostic des coronaropathies".
Gazette Médicale de France, T. 79, n° 11, p. 1659-1664.
- 79 - SERRADIMIGNI, A. ; BORY, M. ; POGGI, L. ; GAUDY, M. ; GAUDY, M. Ch. ; CHAUVIN, G. et METRAS, D. (1971)
"Corrélations entre l'électrocardiogramme d'effort et la coronarographie".
Archives Maladies du Coeur, 11, 1669- 1680.
- 80 - SHEFFIELD, L.T. ; HOLT, J.H. ; REEVES, T.J. (1965)
"Exercise graded by heart rate in electrocardiographic testing for angina pectoris".
Circulation, 32, 622.
- 81 - SHEFFIELD, L.T. ; HOLT, J.H. ; LESTER, F.M ; CONROY, D.V. REEVES, T.J. (1969)
"On line analysis of the exercise electrocardiogram".
Circulation, 40, 935.
- 82 - SIMONSON, E. (1961)
"Differentiation between normal and abnormal in E.C.G. "
The C.V. Mosly Co, St-Louis.
- 83 - SIMONSON, E. ; CADDY, L.D. ; WOODBURY, M. (1962)
"The normal QT interval".
Am. Heart J., 63, 747.
- 84 - SIMONSON, E. (1966)
"Use of the electrocardiogram in exercise test".
Amer. Heart J., 66, 552.
- 85 - SIMONSON, E. (1971)
"Epreuves électrocardiographiques de tolérance à certains stress".
Acq. nouv. path. cardio vasc., 13, 293.
- 86 - SIOSTRAND, T. (1953)
"Exercise test in heart disease".
Nord Med. J., 50, 1953.
- 87 - SOLVAY, H. ; DENOLIN, H. (1967)
"L'électrocardiogramme d'effort technique et interprétation".
1 vol. polyc. 115 p. Hôp. unv. St-Pierre BRUXELLES.
- 88 - SONES, F.M. et SHIREY, E.K. (1962)
"Cinecoronary arteriography".
Med. Conv. Cardio. Dis., 31, 737.

- 89 - TACCOLA, A. ; STRANEO, G. ; TARANTOLA, A. (1963)
"Rilievi radioelettrocardiografici nelle turbe del ritmo o della conduzioni."
Minerva Cardioangiologica, 11, 536.
- 90 - TAYLOR, H.L. ; WANG, Y. ; ROWELL, L. ; BLOMQUIST, G. (1963)
"The standardization and interpretation of submaximal and maximal tests of
working capacity".
Pediatrics, 32, suppl. 11, 4.
- 91 - TODESCO, S. ; GAMBARI, P. ; VINCENZI, M. (1965)
"Il controllo radioelettrocardiografico durante sforzi gravissimi in giovanisani".
Folia cardiologica, 24/2, 88.
- 92 - VARNAUKAS, E. ; IVERMARK, B. ; PAULIN, S. ; RYDEN, B. (1967)
"Obscure cardiomyopathies with coronary artery changes".
Amer. J. Cardiol., 19, 531.

-|-|-|-|-|-|-|-|-|-

